



# Design guide

## VLT<sup>®</sup> AQUA Drive FC 202

0,25-90 kW





## Inhoud

<b>1 Inleiding</b>	<b>8</b>
1.1 Doel van de design guide	8
1.2 Indeling	8
1.3 Aanvullende hulpmiddelen	8
1.4 Afkortingen, symbolen en conventies	9
1.5 Definities	10
1.6 Document- en softwareversie	11
1.7 Goedkeuringen en certificeringen	11
1.7.1 CE-markering	11
1.7.1.1 Laagspanningsrichtlijn	11
1.7.1.2 EMC-richtlijn	11
1.7.1.3 Machinerichtlijn	12
1.7.1.4 ErP-richtlijn	12
1.7.2 C-tick-conformiteit	12
1.7.3 UL-conformiteit	12
1.7.4 Maritieme conformiteit	12
1.8 Veiligheid	13
1.8.1 Algemene veiligheidsprincipes	13
<b>2 Productoverzicht</b>	<b>16</b>
2.1 Inleiding	16
2.2 Beschrijving van de werking	20
2.3 Werkingsvolgorde	21
2.3.1 Gelijkrichterdeel	21
2.3.2 Tussenkringdeel	21
2.3.3 Omvormerdeel	21
2.3.4 Remoptie	21
2.3.5 Loadsharing	22
2.4 Regelstructuren	22
2.4.1 Regelstructuur zonder terugkoppeling	22
2.4.2 Regelstructuur met terugkoppeling	23
2.4.3 Lokale (Hand On) en externe (Auto On) besturing	23
2.4.4 Gebruik van referenties	24
2.4.5 Gebruik van terugkoppelingen	26
2.5 Automatische operationele functies	27
2.5.1 Kortsluitbeveiliging	27
2.5.2 Overspanningsbeveiliging	27
2.5.3 Detectie ontbrekende motorfase	28
2.5.4 Detectie onbalans netfasen	28

2.5.5 Schakelen aan de uitgang	28
2.5.6 Overbelastingsbeveiliging	28
2.5.7 Automatische reductie	28
2.5.8 Automatische energieoptimalisatie	29
2.5.9 Automatic Switching Frequency Modulation (ASFM)	29
2.5.10 Automatische reductie wegens hoge schakelfrequentie	29
2.5.11 Automatische reductie wegens overtemperatuur	29
2.5.12 Automatisch aan-/uitlopen	29
2.5.13 Stroomgrenscircuit	29
2.5.14 Prestaties bij spanningsschommelingen	29
2.5.15 Softstart van de motor	30
2.5.16 Resonantiedemping	30
2.5.17 Temperatuurgeregelde ventilatoren	30
2.5.18 EMC-conformiteit	30
2.5.19 Stroommeting op alle drie motorfasen	30
2.5.20 Galvanische scheiding van stuurklemmen	30
2.6 Klantspecifieke toepassingsfuncties	30
2.6.1 Automatische aanpassing motorgegevens	30
2.6.2 Thermische motorbeveiliging	31
2.6.3 Netstoring	31
2.6.4 Ingebouwde PID-regelaars	31
2.6.5 Automatische herstart	32
2.6.6 Vliegende start	32
2.6.7 Volledig koppel bij gereduceerd toerental	32
2.6.8 Frequentiebypass	32
2.6.9 Voorverwarming van de motor	32
2.6.10 Vier programmeerbare setups	32
2.6.11 Dynamisch remmen	32
2.6.12 Gelijkstroomrem	33
2.6.13 Slaapmodus	33
2.6.14 Startvoorwaarde	33
2.6.15 Smart Logic Control (SLC)	33
2.6.16 STO-functie	34
2.7 Fout-, waarschuwings- en alarmfuncties	35
2.7.1 Werking bij overtemperatuur	35
2.7.2 Waarschuwing bij hoge en lage referentie	35
2.7.3 Waarschuwing bij hoge en lage terugkoppeling	35
2.7.4 Onbalans fase of faseverlies	35
2.7.5 Waarschuwing bij hoge frequentie	35
2.7.6 Waarschuwing bij lage frequentie	35

2.7.7 Waarschuwing wegens hoge stroom	36
2.7.8 Waarschuwing bij lage stroom	36
2.7.9 Waarschuwing bij geen belasting/defecte band	36
2.7.10 Verbroken seriële interface	36
<b>2.8 Gebruikersinterface en programmering</b>	<b>36</b>
2.8.1 Lokaal bedieningspaneel	37
2.8.2 Pc-software	37
2.8.2.1 MCT 10 setupsoftware	37
2.8.2.2 VLT® Motion Control Tool MCT 31	38
2.8.2.3 Harmonic Calculation Software (HCS)	38
<b>2.9 Onderhoud</b>	<b>38</b>
2.9.1 Opslag	38
<b>3 Systeemintegratie</b>	<b>39</b>
3.1 Omgevingscondities tijdens bedrijf	39
3.1.1 Vochtigheid	39
3.1.2 Temperatuur	39
3.1.3 Koeling	40
3.1.4 Door de motor gegenereerde overspanning	41
3.1.5 Akoestische ruis	41
3.1.6 Trillingen en schokken	41
3.1.7 Agressieve omgevingen	41
3.1.8 Definities IP-klassen	43
3.1.9 Radiofrequente interferentie	43
3.1.10 Conformiteit met PELV en galvanische scheiding	44
3.1.11 Opslag	44
3.2 EMC, harmonischen en aardlekbeveiliging	45
3.2.1 Algemene aspecten van EMC-emissies	45
3.2.2 EMC-testresultaten	46
3.2.3 Emissie-eisen	48
3.2.4 Immuniteitseisen:	48
3.2.5 Motorisolatie	49
3.2.6 Motorlagerstromen	49
3.2.7 Harmonischen	50
3.2.8 Aardlekstroom	52
3.3 Netintegratie	54
3.3.1 Netconfiguratie en EMC-effecten	54
3.3.2 Laagfrequente interferentie in het net	54
3.3.3 Netstoringen analyseren	55
3.3.4 Opties voor het beperken van netstoringen	55
3.3.5 Radiofrequente interferentie	55

3.3.6 Classificatie van de bedrijfslocatie	56
3.3.7 Gebruik met geïsoleerde ingangsbron	56
3.3.8 Arbeidsfactorcorrectie	56
3.3.9 Vertraging ingangsvermogen	57
3.3.10 Nettransiënten	57
3.3.11 Werking met een stand-bygenerator	57
<b>3.4 Motorintegratie</b>	<b>58</b>
3.4.1 Afwegingen bij selecteren motor	58
3.4.2 Sinusfilter en dU/dt-filters	58
3.4.3 Correcte motoraarding	58
3.4.4 Motorkabels	58
3.4.5 Afscherming motorkabel	58
3.4.6 Aansluiten van meerdere motoren	59
3.4.7 Stuurdraadisolatie	61
3.4.8 Thermische motorbeveiliging	61
3.4.9 Uitgangscontactor	61
3.4.10 Remfuncties	61
3.4.11 Dynamisch remmen	61
3.4.12 Berekening remweerstand	62
3.4.13 Remweerstandkabels	63
3.4.14 Remweerstand en rem-IGBT	63
3.4.15 Energierendement	63
<b>3.5 Extra ingangen en uitgangen</b>	<b>65</b>
3.5.1 Bedradingsschema	65
3.5.2 Relaisaansluitingen	66
3.5.3 EMC-correcte elektrische aansluiting	67
<b>3.6 Mechanische planning</b>	<b>68</b>
3.6.1 Vrije ruimte	68
3.6.2 wandmontage	68
3.6.3 Toegang	69
<b>3.7 Opties en accessoires</b>	<b>69</b>
3.7.1 Communicatieopties	73
3.7.2 Ingang/uitgang, terugkoppeling en veiligheidsopties	73
3.7.3 Cascaderegelingsopties	73
3.7.4 Remweerstand	75
3.7.5 Sinusfilters	75
3.7.6 dU/dt-filters	75
3.7.7 Common-modefilters	75
3.7.8 Harmonischenfilters	76
3.7.9 IP 21/NEMA type 1-behuizingset	76

3.7.10 Bevestigingsset voor externe bediening van LCP	78
3.7.11 Montagebeugel voor behuizingsgrootte A5, B1, B2, C1 en C2	79
<b>3.8 Seriële interface RS485</b>	<b>80</b>
3.8.1 Overzicht	80
3.8.2 Netwerkaansluiting	81
3.8.3 RS485-busafsluiting	81
3.8.4 EMC-voorzorgsmaatregelen	81
3.8.5 Overzicht FC-protocol	82
3.8.6 Netwerkconfiguratie	82
3.8.7 Berichtframingstructuur FC-protocol	82
3.8.8 Voorbeelden FC-protocol	86
3.8.9 Modbus RTU-protocol	87
3.8.10 Berichtframingstructuur Modbus RTU	88
3.8.11 Toegang tot parameters	91
3.8.12 FC-omvormerstuurwoordprofiel	92
<b>3.9 Checklist systeemontwerp</b>	<b>98</b>
<b>4 Toepassingsvoorbeelden</b>	<b>100</b>
4.1 Overzicht toepassingsvoorbeelden	100
4.2 Speciale toepassingsfuncties	100
4.2.1 SmartStart	100
4.2.2 Snelmenu Water en pompen	101
4.2.3 29-1* Deragging Function	101
4.2.4 Voor-/nasmeren	102
4.2.5 29-5* Flow Confirmation	103
4.3 Voorbeelden toepassingssetup	104
4.3.1 Toepassing met dompelpomp	106
4.3.2 BASIC cascaderregelaar	108
4.3.3 Pompstaging met wisselende hoofdpomp	109
4.3.4 Systeemstatus en bediening	109
4.3.5 Bedradingsschema cascaderregelaar	110
4.3.6 Bedradingsschema voor pomp met variabel toerental	111
4.3.7 Bedradingsschema voor hoofdpompwisseling	111
<b>5 Speciale omstandigheden</b>	<b>115</b>
5.1 Handmatige reductie	115
5.2 Reductie wegens lange motorkabels of kabels met een grotere dwarsdoorsnede	116
5.3 Reductie wegens omgevingstemperatuur	116
<b>6 Typecode en selectie</b>	<b>121</b>
6.1 Bestellen	121

6.1.1 Typecode	121
6.1.2 Softwaretaal	123
6.2 Opties, accessoires en reserveonderdelen	123
6.2.1 Opties en accessoires	123
6.2.2 Reserveonderdelen	125
6.2.3 Accessoiretassen	125
6.2.4 Keuze van de remweerstand	126
6.2.5 Aanbevolen remweerstand	127
6.2.6 Alternatieve remweerstand, T2 en T4	134
6.2.7 Harmonischenfilters	135
6.2.8 Sinusfilters	137
6.2.9 dU/dt-filters	139
6.2.10 Common-modefilters	140
<b>7 Specificaties</b>	141
7.1 Elektrische gegevens	141
7.1.1 Netvoeding 1 x 200-240 V AC	141
7.1.2 Netvoeding 3 x 200-240 V AC	142
7.1.3 Netvoeding 1 x 380-480 V AC	145
7.1.4 Netvoeding 3 x 380-480 V AC	146
7.1.5 Netvoeding 3 x 525-600 V AC	150
7.1.6 Netvoeding 3 x 525-690 V AC	154
7.2 Netvoeding	157
7.3 Uitgangsvermogen van de motor en motorgegevens	157
7.4 Omgevingscondities	158
7.5 Kabelspecificaties	158
7.6 Sturingang/-uitgang en sturgegevens	159
7.7 Zekeringen en circuitbreakers	162
7.8 Vermogensklasse, gewicht en afmetingen	170
7.9 dU/dt-tests	171
7.10 Akoestische-ruiswaarden	173
7.11 Geselecteerde opties	174
7.11.1 VLT® General Purpose I/O MCB 101	174
7.11.2 VLT® Relay Card MCB 105	174
7.11.3 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	176
7.11.4 VLT® Extended Relay Card MCB 113	178
7.11.5 VLT® Sensor Input MCB 114	179
7.11.6 VLT® Extended Cascade Controller MCO 101	180
7.11.7 VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102	181
<b>8 Bijlage – geselecteerde tekeningen</b>	184



8.1 Tekeningen voor aansluiting netvoeding (3 fasen)	184
8.2 Tekeningen voor motoraansluiting	187
8.3 Tekeningen voor relaisklemmen	189
8.4 Kabelinvoergaten	190
<b>Trefwoordenregister</b>	<b>194</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Doel van de design guide

Deze design guide voor Danfoss VLT® AQUA Drive-frequentieomvormers is bedoeld voor:

- project- en systeemengineers;
- ontwerpadviseurs;
- toepassings- en productspecialisten.

De design guide bevat technische informatie die u helpt om inzicht te krijgen in de mogelijkheden van de frequentieomvormer voor integratie in motorregel- en bewakingssystemen.

De design guide is bedoeld om ontwerpafwegingen en planningsgegevens te bieden voor integratie van de frequentieomvormer in een systeem. De design guide is van toepassing op diverse frequentieomvormers en opties voor uiteenlopende toepassingen en installaties.

Op basis van de uitgebreide productgegevens kunt u in de ontwerpfase een goed doordacht systeem ontwikkelen met optimale functionaliteit en maximaal rendement.

VLT® is een gedeponeerd handelsmerk.

## 1.2 Indeling

*Hoofdstuk 1 Inleiding:* het algemene doel van de design guide en conformiteit met internationale richtlijnen.

*Hoofdstuk 2 Productoverzicht:* de interne opbouw en functionaliteit van de frequentieomvormer en operationele functies.

*Hoofdstuk 3 Systeemintegratie:* omgevingseisen; EMC, harmonischen en aardlekken; netingang; motoren en motoraansluitingen; andere aansluitingen; mechanische planning; en beschrijvingen van beschikbare opties en accessoires.

*Hoofdstuk 4 Toepassingsvoorbeelden:* voorbeelden van producttoepassingen en richtlijnen voor gebruik.

*Hoofdstuk 5 Speciale omstandigheden:* details over ongebruikelijke bedrijfsomgevingen.

*Hoofdstuk 6 Typecode en selectie:* procedures voor het bestellen van apparatuur en opties om het beoogde gebruik van het systeem te realiseren.

*Hoofdstuk 7 Specificaties:* een compilatie van technische gegevens in de vorm van tabellen en afbeeldingen.

*Hoofdstuk 8 Bijlage – geselecteerde tekeningen:* een compilatie van afbeeldingen ter illustratie van voedings- en motoraansluitingen, relaisklemmen en kabelingangen.

## 1.3 Aanvullende hulpmiddelen

Er zijn hulpmiddelen beschikbaar om inzicht te krijgen in geavanceerde bedienings- en programmeerfuncties van de frequentieomvormer en naleving van richtlijnen:

- De *Bedieningshandleiding VLT® AQUA Drive FC 202* (in deze handleiding aangeduid als *bedienings-handleiding*) biedt gedetailleerde informatie over de installatie en het opstarten van de frequentieomvormer.
- De *VLT® AQUA Drive FC 202 Design Guide* bevat ontwerp- en planningsinformatie die nodig is om de frequentieomvormer te kunnen integreren in een systeem.
- De *Programmeerhandleiding VLT® AQUA Drive FC 202* (in deze handleiding aangeduid als *programmeerhandleiding*) gaat dieper in op het gebruik van parameters en bevat veel toepassingsvoorbeelden.
- In *VLT® Frequency Converters - Safe Torque Off Operating Instructions* vindt u informatie over het gebruik van Danfoss-frequentieomvormers in toepassingen met functionele veiligheid. Deze handleiding wordt bij de frequentieomvormer geleverd als de STO-optie aanwezig is.
- De *VLT® Brake Resistor Design Guide* legt uit hoe u de optimale remweerstand kunt selecteren.

Aanvullende documentatie en handleiding zijn te downloaden via [danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm](http://danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm).

### **LET OP**

**Een deel van de informatie in deze documentatie is mogelijk niet van toepassing bij gebruik van beschikbare optionele apparatuur. Zorg dat u de bij de opties geleverde instructies doorleest met het oog op specifieke vereisten.**

Neem contact op met een Danfoss-leverancier of ga naar [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com) voor aanvullende informatie.

## 1.4 Afkortingen, symbolen en conventies

60° AVM	60° asynchrone vectormodulatie
A	Ampère/AMP
AC	Wisselstroom
AD	Luchtontlading
AEO	Automatische energieoptimalisatie
AI	Analoge ingang
AMA	Automatische aanpassing motorgegevens
AWG	American Wire Gauge
°C	Graden Celsius
CD	Constante ontlading
CM	Common mode
CT	Constant koppel
DC	Gelijkstroom
DI	Digitale ingang
DM	Differentiële modus
D-TYPE	Afhankelijk van de frequentieomvormer
EMC	Elektromagnetische compatibiliteit
EMK	Elektromotorische kracht
ETR	Elektronisch thermisch relais
$f_{JOG}$	De motorfrequentie wanneer de jogfunctie is geactiveerd
$f_M$	Motorfrequentie
$f_{MAX}$	De maximale uitgangsfrequentie die de frequentieomvormer op de uitgang schakelt
$f_{MIN}$	De minimale motorfrequentie van de frequentieomvormer
$f_{M,N}$	Nominale motorfrequentie
FC	Frequentieomvormer
g	gram
Hiperface®	Hiperface® is een gedeponerd handelsmerk van Stegmann
pk	Paardenkracht
HTL	HTL-encoder (10-30 V) pulsen – hoogspanningstransistorlogica
Hz	Hertz
$I_{INV}$	Nominale uitgangsstroom van de omvormer
$I_{LIM}$	Stroomgrens
$I_{M,N}$	Nominale motorstroom
$I_{VLT,MAX}$	De maximale uitgangsstroom
$I_{VLT,N}$	De nominale uitgangsstroom die door de frequentieomvormer wordt geleverd
kHz	Kilohertz
LCP	Lokaal bedieningspaneel
lsb	Minst significante bit
m	Meter
mA	Milliampère
MCM	Mille Circular Mil
MCT	Motion Control Tool
mH	Inductantie in millihenry
min	Minuut
ms	Milliseconde
msb	Meest significante bit

$\eta_{VLT}$	Het rendement van de frequentieomvormer gedefinieerd als de verhouding tussen uitgangsvermogen en ingangsvermogen
nF	Capaciteit in nanofarad
NLCP	Numeriek lokaal bedieningspaneel
Nm	Newtonmeter
$n_s$	Synchroon motortoerental
Online-/offline-parameters	Wijzigingen van onlineparameters worden onmiddellijk na het wijzigen van de datawaarde geactiveerd
$P_{br,cont.}$	Nominaal vermogen van de remweerstand (gemiddeld vermogen tijdens continu remmen)
PCB	Printed Circuit Board – printplaat
PCD	Procesdata
PELV	Protective Extra Low Voltage
$P_m$	Het nominale uitgangsvermogen van de frequentieomvormer als hoge overbelasting (HO)
$P_{M,N}$	Nominaal motorvermogen
PM-motor	Permanentmagneetmotor
Proces-PID	De PID-regelaar handhaaft het gewenste niveau voor toerental, druk, temperatuur enzovoort
$R_{br,nom}$	De nominale weerstandswaarde die zorgt voor een remvermogen op de motoras van 150/160% gedurende 1 minuut
RCD	Reststroomapparaat
Regen	Regeneratieve klemmen
$R_{min}$	Door de frequentieomvormer toegestane minimale remweerstand
RMS	Root Mean Square
tpm	Toeren per minuut
$R_{rec}$	Aanbevolen weerstand van Danfoss-remweerstand
s	Seconde
SFAVM	Stator Flux Asynchrone Vectormodulatie
STW	Statuswoord
SMPS	Schakelende voeding
THD	Totale harmonische vervorming
$T_{LIM}$	Koppelbegrenzing
TTL	TTL-encoder (5 V) pulsen – transistor-transistorlogica
$U_{M,N}$	Nominale motorspanning
V	Volt
VT	Variabel koppel
VVC+	Voltage Vector Control

Tabel 1.1 Afkortingen

**Conventies**

Genummerde lijsten geven procedures aan.

Lijsten met opsommingstekens geven andere informatie en beschrijvingen van afbeeldingen aan.

Cursieve tekst geeft een van de volgende zaken aan:

- Kruisverwijzing
- Koppeling
- Voetnoot
- Parameternaam, naam parametergroep, parameteroptie

Alle afmetingen zijn in mm (inch).

\* geeft de standaardinstelling van een parameter aan.

De volgende symbolen worden gebruikt in dit document:

**⚠ WAARSCHUWING**

Geeft een potentieel gevaarlijke situatie aan die kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

**⚠ VOORZICHTIG**

Geeft een potentieel gevaarlijke situatie aan die kan leiden tot licht of matig letsel. Kan tevens worden gebruikt om te waarschuwen tegen onveilige werkprijktijken.

**LET OP**

Geeft belangrijke informatie aan, waaronder situaties die kunnen leiden tot schade aan apparatuur of eigendommen.

**1.5 Definities****Remweerstand**

De remweerstand is een module die het remvermogen dat bij regeneratief remmen wordt gegenereerd, kan absorberen. Dit regeneratieve remvermogen verhoogt de tussenkringspanning en een remchopper zorgt ervoor dat het vermogen wordt overgebracht naar de remweerstand.

**Vrijloop**

De motoras bevindt zich in de vrije modus. Geen koppel op de motor.

**CT-karakteristieken**

Constant-koppelkarakteristieken, gebruikt voor alle toepassingen, zoals transportbanden, verdringerpompen en kranen.

**Initialisatie**

Bij initialisatie (14-22 *Bedrijfsmodus*) keert de frequentieomvormer terug naar de standaardinstelling.

**Intermitterende belastingscyclus**

De nominale intermitterende belasting heeft betrekking op een reeks belastingscycli. Elke cyclus bestaat uit een belaste en een onbelaste periode. Het kan een periodieke cyclus of een niet-periodieke cyclus betreffen.

**Arbeidsfactor**

De werkelijke arbeidsfactor (lambda) houdt rekening met alle harmonischen en is altijd lager dan de arbeidsfactor (cos phi), die alleen rekening houdt met de 1e harmonische van stroom en spanning.

$$\cos\varphi = \frac{P \text{ (kW)}}{P \text{ (kVA)}} = \frac{U\lambda \times I\lambda \times \cos\varphi}{U\lambda \times I\lambda}$$

Cos phi wordt ook wel verschuivingsfactor genoemd.

Zowel lambda als cos phi worden in *hoofdstuk 7.2 Netvoeding* gespecificeerd voor Danfoss VLT®-frequentieomvormers.

De arbeidsfactor geeft aan in hoeverre een frequentieomvormer de netvoeding belast.

Hoe lager de arbeidsfactor, hoe hoger de I<sub>RMS</sub> voor dezelfde kW-prestatie.

Bovendien betekent een hoge arbeidsfactor dat de harmonische stromen laag zijn.

Alle Danfoss-frequentieomvormers zijn uitgerust met ingebouwde DC-spoelen in de DC-tussenkring. Dit zorgt voor een hoge arbeidsfactor en beperkt de totale harmonische vervorming (THD) op de netvoeding.

**Setup**

U kunt parameterinstellingen in 4 setups opslaan. Het is mogelijk om tussen de 4 parametersetups te schakelen en 1 setup te bewerken terwijl een andere setup actief is.

**Slipcompensatie**

De frequentieomvormer compenseert het slippen van de motor met een aanvulling op de frequentie op basis van de gemeten motorbelasting, waardoor het motortoerental vrijwel constant wordt gehouden.

**Smart Logic Control (SLC)**

De SLC is een reeks door de gebruiker gedefinieerde acties die wordt uitgevoerd wanneer de bijbehorende, door de gebruiker gedefinieerde gebeurtenissen door de SLC worden geëvalueerd als TRUE. (Parametergroep 13-\*\* *Smart Logic*).

**Standaard FC-bus**

Omvat een RS485-bus met FC-protocol of MC-protocol. Zie *8-30 Protocol*.

**Thermistor**

Een temperatuurafhankelijke weerstand die geplaatst wordt op plaatsen waar de temperatuur moet worden bewaakt (frequentieomvormer of motor).

### Uitschakeling (trip)

Een toestand die zich voordoet in foutsituaties, bijvoorbeeld als de frequentieomvormer wordt blootgesteld aan een overtemperatuur of wanneer de frequentieomvormer de motor, het proces of het mechanisme beschermt. Een herstart is niet mogelijk totdat de oorzaak van de fout is weggenomen en de uitschakelingsstatus is opgeheven. Hef de uitschakelingsstatus op door:

- reset te activeren of
- de frequentieomvormer te programmeren om een automatische reset uit te voeren.

Gebruik een uitschakeling (trip) niet voor persoonlijke veiligheid.

### Uitschakeling met blokkering

Een toestand die zich voordoet in foutsituaties waarbij de frequentieomvormer zichzelf beschermt en fysiek ingrijpen noodzakelijk is, bijv. als de frequentieomvormer wordt kortgesloten op de uitgang. Een uitschakeling met blokkering kan alleen worden opgeheven door de netvoeding af te schakelen, de oorzaak van de fout weg te nemen en de frequentieomvormer opnieuw aan te sluiten op het net. Een herstart is niet mogelijk totdat de uitschakelingsstatus is opgeheven door het activeren van de reset of, in sommige gevallen, doordat een automatische reset is geprogrammeerd. Gebruik een uitschakeling (trip) niet voor persoonlijke veiligheid.

### VT-karakteristieken

Variabel-koppelkarakteristieken voor pompen en ventilatoren.

## 1.6 Document- en softwareversie

Deze handleiding wordt regelmatig herzien en bijgewerkt. Alle suggesties voor verbetering zijn welkom.

Tabel 1.2 toont de documentversie en de bijbehorende softwareversie.

Versie	Opmerkingen	Softwareversie
MG20N6xx	Vervangt MG20N5xx	2.20 en later

Tabel 1.2 Document- en softwareversie

## 1.7 Goedkeuringen en certificeringen

Frequentieomvormers zijn ontworpen overeenkomstig de richtlijnen in deze sectie.

Meer informatie over goedkeuringen en certificaten is te vinden in het downloadgedeelte op <http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/>.

## 1.7.1 CE-markering



Afbeelding 1.1 CE

De CE-markering (Communauté Européenne) geeft aan dat de fabrikant van het product voldoet aan alle relevante EU-richtlijnen. De EU-richtlijnen die van toepassing zijn op het ontwerp en de productie van frequentieomvormers, staan vermeld in Tabel 1.3.

### LET OP

De CE-markering heeft geen betrekking op de kwaliteit van het product. Het is niet mogelijk om technische specificaties af te leiden uit de CE-markering.

### LET OP

Frequentieomvormers met een ingebouwde veiligheidsfunctie moeten voldoen aan de Machinerichtlijn.

EU-richtlijn	Versie
Laagspanningsrichtlijn	2006/95/EC
EMC-richtlijn	2004/108/EC
Machinerichtlijn <sup>1)</sup>	2006/42/EC
ErP-richtlijn	2009/125/EC
ATEX-richtlijn	94/9/EC
RoHS-richtlijn	2002/95/EC

Tabel 1.3 EU-richtlijnen die van toepassing zijn op frequentieomvormers

1) Enkel frequentieomvormers met een ingebouwde veiligheidsfunctie moeten voldoen aan de Machinerichtlijn.

Conformiteitsverklaringen zijn leverbaar op aanvraag.

### 1.7.1.1 Laagspanningsrichtlijn

De Laagspanningsrichtlijn is van toepassing op alle elektrische apparaten in het spanningsbereik van 50-1000 V AC en 75-1600 V DC.

De richtlijn heeft tot doel om de persoonlijke veiligheid te waarborgen en schade aan eigendommen te voorkomen bij gebruik van elektrische apparatuur die correct is geïnstalleerd en correct wordt onderhouden, in de toepassing waarvoor deze apparatuur is bedoeld.

### 1.7.1.2 EMC-richtlijn

De EMC-richtlijn (elektromagnetische compatibiliteit) heeft tot doel om de elektromagnetische interferentie te beperken en de immuniteit van elektrische apparatuur en installaties te verbeteren. De basiseis voor bescherming

van EMC-richtlijn 2004/108/EG stelt dat apparaten die elektromagnetische interferentie (EMI) genereren, of waarvan de werking door EMI kan worden beïnvloed, zodanig moeten zijn ontworpen dat het genereren van elektromagnetische interferentie wordt beperkt en dat ze een adequaat niveau van ongevoeligheid ten opzichte van EMI bieden wanneer ze correct worden geïnstalleerd en onderhouden, en worden gebruikt zoals bedoeld.

Elektrische apparaten die zelfstandig worden gebruikt of deel uitmaken van een systeem, moeten zijn voorzien van de CE-markering. Systemen hoeven niet te zijn voorzien van de CE-markering, maar moeten wel voldoen aan de basiseisen voor bescherming volgens de EMC-richtlijn.

### 1.7.1.3 Machinerichtlijn

De Machinerichtlijn heeft tot doel om de persoonlijke veiligheid te waarborgen en schade aan eigendommen te voorkomen bij gebruik van mechanische apparatuur in toepassingen waarvoor de apparatuur bedoeld is. De Machinerichtlijn is van toepassing op machines die bestaan uit een groep onderling verbonden componenten of apparaten waarvan er ten minste één mechanische bewegingen kan uitvoeren.

Frequentieomvormers met een ingebouwde veiligheidsfunctie moeten voldoen aan de Machinerichtlijn. Frequentieomvormers zonder veiligheidsfunctie vallen niet onder de Machinerichtlijn. Wanneer een frequentieomvormer is geïntegreerd in een machinesysteem, kan Danfoss informatie verstrekken over de veiligheidsaspecten met betrekking tot de frequentieomvormer.

Wanneer frequentieomvormers worden gebruikt in machines met ten minste één bewegend deel, moet de machinefabrikant een verklaring afgeven dat het product voldoet aan alle relevante statuten en veiligheidsmaatregelen.

### 1.7.1.4 ErP-richtlijn

De ErP-richtlijn is de Europese Ecodesignrichtlijn voor energieregerelateerde producten. De richtlijn definieert de eisen voor ecologisch ontwerp voor energieregerelateerde producten, inclusief frequentieomvormers. De richtlijn heeft tot doel om het energierendement en het milieubeschermingsniveau te verhogen, waarbij tevens de zekerheid van de energievoorziening wordt versterkt. De milieueffecten van energieregerelateerde producten omvatten het energieverbruik gedurende de volledige levensduur van het product.

## 1.7.2 C-tick-conformiteit



Afbeelding 1.2 C-Tick

Het C-tick-label geeft aan dat het product voldoet aan de relevante technische normen voor elektromagnetische compatibiliteit (EMC). C-tick-conformiteit is vereist voor elektrische en elektronische producten die op de markt worden gebracht in Australië en Nieuw-Zeeland.

De C-tick-verordening heeft betrekking op emissies via geleiding en straling. Voor frequentieomvormers moet u de emissielimieten volgen die zijn gespecificeerd in EN-IEC 61800-3.

Op verzoek kan een conformiteitsverklaring worden afgegeven.

## 1.7.3 UL-conformiteit

UL Listed



Afbeelding 1.3 UL

### **LET OP**

**525-690 V-frequentieomvormers zijn niet gecertificeerd voor UL.**

De frequentieomvormer voldoet aan de eisen van UL 508C ten aanzien van het behoud van het thermische geheugen. Zie *hoofdstuk 2.6.2 Thermische motorbeveiliging* voor meer informatie.

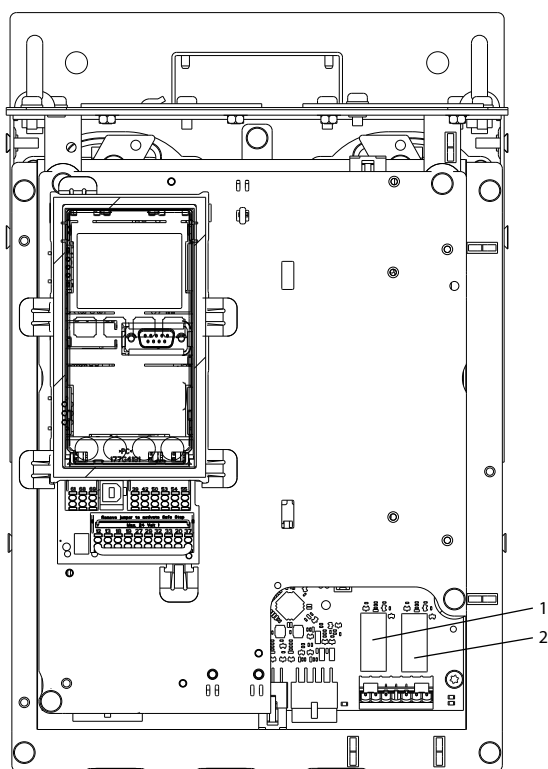
## 1.7.4 Maritieme conformiteit

Eenheden met beschermingsklasse IP 55 (NEMA 12) of hoger voorkomen vonkvorming en zijn geclassificeerd als elektrische apparaten met beperkt explosiegevaar overeenkomstig het Europees Verdrag inzake het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de binnenwateren (ADN).

Ga naar [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com) voor aanvullende informatie over goedkeuringen voor maritieme toepassingen.

Voor eenheden met beschermingsklasse IP 20/Chassis, IP 21/NEMA 1 of IP 54 moet u het risico op vonkvorming als volgt vermijden:

- Installeer geen netschakelaar.
- Zorg dat 14-50 RFI-filter is ingesteld op [1] Aan.
- Verwijder alle relaisstekkers die zijn gemarkeerd als RELAY. Zie Afbeelding 1.4.
- Controleer of er relai-opties zijn geïnstalleerd, en zo ja welke? De enige toegestane relai-optie is VLT® Extended Relay Card MCB 113.



1308D832.10

1, 2	Relaisstekkers
------	----------------

Afbeelding 1.4 Positie van relaisstekkers

Op verzoek wordt een verklaring van de fabrikant afgegeven.

## 1.8 Veiligheid

### 1.8.1 Algemene veiligheidsprincipes

Frequentieomvormers bevatten componenten die onder hoge spanning staan en kunnen bij onjuiste hantering dodelijk letsel veroorzaken. Deze apparatuur mag uitsluitend worden geïnstalleerd of bediend door gekwalificeerd personeel. Voer geen reparatiewerkzaamheden uit voordat de spanning naar de frequentieomvormer is onderbroken en de voorgeschreven ontlastingstijd voor het afvoeren van opgeslagen elektrische energie is verstreken.

Het strikt opvolgen van de veiligheidsmaatregelen en -kennisgevingen is verplicht voor een veilige werking van de frequentieomvormer.

### 1.8.2 Gekwalificeerd personeel

Een probleemloze en veilige werking van de frequentieomvormer is alleen mogelijk als de frequentieomvormer op correcte en betrouwbare wijze wordt vervoerd, opgeslagen, geïnstalleerd, gebruikt en onderhouden. Deze apparatuur mag uitsluitend worden geïnstalleerd of bediend door gekwalificeerd personeel.

Gekwalificeerd personeel is gedefinieerd als opgeleide medewerkers die bevoegd zijn om apparatuur, systemen en circuits te installeren, in bedrijf te stellen en te onderhouden overeenkomstig relevante wetten en voorschriften. Daarnaast moet het gekwalificeerde personeel bekend zijn met de instructies en veiligheidsmaatregelen die in deze bedieningshandleiding staan beschreven.

## WAARSCHUWING

### HOGЕ SPANNING

Frequentieomvormers bevatten hoge spanning wanneer ze zijn aangesloten op een netingang, DC-voeding of loadsharing. Als de installatie, het opstarten en het onderhoud niet worden uitgevoerd door gekwalificeerd personeel, kan dit leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

- Installatie, opstarten en onderhoud mogen uitsluitend worden uitgevoerd door gekwalificeerd personeel.

**⚠ WAARSCHUWING****ONBEDOELDE START**

Wanneer de frequentieomvormer is aangesloten op de netvoeding, DC-voeding of loadsharing, kan de motor op elk moment starten. Een onbedoelde start tijdens programmeer-, onderhouds- of reparatiewerkzaamheden kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel of tot schade aan apparatuur of eigendommen. De motor kan worden gestart via een externe schakelaar, een seriële buscommando, een ingangsreferentiesignaal van het LCP of door het opheffen van een foutconditie.

Om een onbedoelde motorstart te voorkomen:

- Onderbreek de netvoeding naar de frequentieomvormer.
- Druk op [Off/Reset] op het LCP voordat u parameters gaat programmeren.
- De frequentieomvormer, motor en eventuele door de motor aangedreven apparatuur moeten volledig bedraad en gemonteerd zijn voordat de frequentieomvormer op de netvoeding, DC-voeding of loadsharing wordt aangesloten.

**⚠ WAARSCHUWING****ONTLADINGSTIJD**

De frequentieomvormer bevat DC-tussenkringcondensatoren waarop spanning kan blijven staan, ook wanneer de frequentieomvormer niet van spanning wordt voorzien. Als u de aangegeven wachttijd na afschakeling niet in acht neemt voordat u onderhouds- of reparatiewerkzaamheden uitvoert, kan dit leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

- Stop de motor.
- Onderbreek de netvoeding en externe DC-tussenkringvoedingen, inclusief backupvoedingen, UPS-eenheden en DC-tussenkringaan sluitingen naar andere frequentieomvormers.
- Schakel aanwezige PM-motoren af of blokkeer ze.
- Wacht tot de condensatoren volledig zijn ontladen voordat u onderhouds- of reparatiewerkzaamheden uitvoert. De vereiste wachttijd staat vermeld in *Tabel 1.4*.

Spanning [V]	Minimale wachttijd (minuten)		
	4	7	15
200-240	0,25-3,7 kW	-	5,5-45 kW
380-480	0,37-7,5 kW	-	11-90 kW
525-600	0,75-7,5 kW	-	11-90 kW
525-690	-	1,1-7,5 kW	11-90 kW

Er kan hoge spanning aanwezig zijn, ook wanneer de waarschuwingsleds uit zijn.

Tabel 1.4 Ontladingstijd

**⚠ WAARSCHUWING****GEVAAR VOOR LEKSTROOM**

De aardlekstroom bedraagt meer dan 3,5 mA. Een onjuiste aarding van de frequentieomvormer kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

- Zorg dat de apparatuur correct is geaard door een erkende elektrisch installateur.

**⚠ WAARSCHUWING****GEVAARLIJKE APPARATUUR**

Het aanraken van draaiende assen en elektrische apparatuur kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

- De installatie, het opstarten en het onderhoud mogen uitsluitend worden uitgevoerd door hiervoor opgeleid en gekwalificeerd personeel.
- Zorg dat alle elektrische werkzaamheden worden uitgevoerd overeenkomstig de nationale en lokale elektriciteitsvoorschriften.
- Volg de procedures in dit document.

**⚠ WAARSCHUWING****ONBEDOELD DRAAIEN VAN DE MOTOR WINDMILLING**

Het onbedoeld draaien van permanentmagneetmotoren wekt spanning op waardoor de eenheid kan worden geladen; dit kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel of schade aan apparatuur.

- Zorg dat permanentmagneetmotoren zijn geblokkeerd om onbedoeld draaien te voorkomen.



**⚠ VOORZICHTIG****GEVAAR BIJ INTERNE FOUT**

Een interne fout in de frequentieomvormer kan leiden tot ernstig letsel als de frequentieomvormer niet goed is afgesloten.

- Controleer voordat u de spanning inschakelt of alle veiligheidsafdekkingen op hun plaats zitten en stevig zijn vastgezet.

## 2 Productoverzicht

### 2

### 2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de primaire componenten en circuits van de frequentieomvormer. Het beschrijft de interne elektrische en signaalverwerkingsfuncties. Ook een beschrijving van de interne regelstructuur is opgenomen.

Het hoofdstuk beschrijft tevens automatische en optionele frequentieomvormerfuncties die beschikbaar zijn voor het ontwerpen van robuuste besturingssystemen met geavanceerde prestaties op het gebied van regeling en statusrapportage.

#### 2.1.1 Product speciaal ontworpen voor water- en afvalwatertoepassingen

De VLT® AQUA Drive FC 202 is ontworpen voor water- en afvalwatertoepassingen. De geïntegreerde SmartStart-wizard en het snelmenu *Water en pompen* leiden de gebruiker door het inbedrijfstellingsproces. De standaard- en optionele functies omvatten:

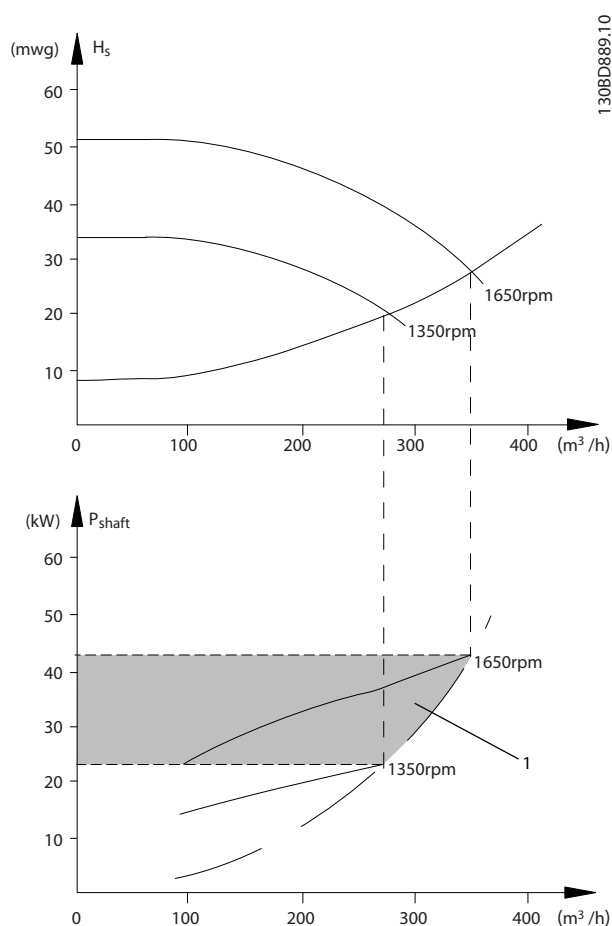
- Cascaderegeling
- Droogloopdetectie
- Einde-curvedetectie
- Motorwisseling
- Deragging
- Initiële en uiteindelijke ramp
- Aan-/uitloop afsluit-/terugslagklep
- STO
- Detectie weinig flow
- Voorsmeren
- Flowbevestiging
- Leidingvulmodus
- Slaapmodus
- Realtimeklok
- Wachtwoordbeveiliging
- Overbelastingsbeveiliging
- Smart Logic Control
- Bewaking minimumtoerental
- Vrij programmeerbare tekst voor informatie, waarschuwingen en alarmen

### 2.1.2 Energiebesparing

In vergelijking met alternatieve regelsystemen en -technieken is een frequentieomvormer hét energiebesparingsstelsel voor het regelen van ventilator- en pompsystemen.

Bij gebruik van een frequentieomvormer voor het regelen van de flow leidt een verlaging van het pomptoeental van 20% in typische toepassingen tot een energiebesparing van zo'n 50%.

Afbeelding 2.1 toont een voorbeeld van de haalbare energiebesparing.



1	Energiebesparing
---	------------------

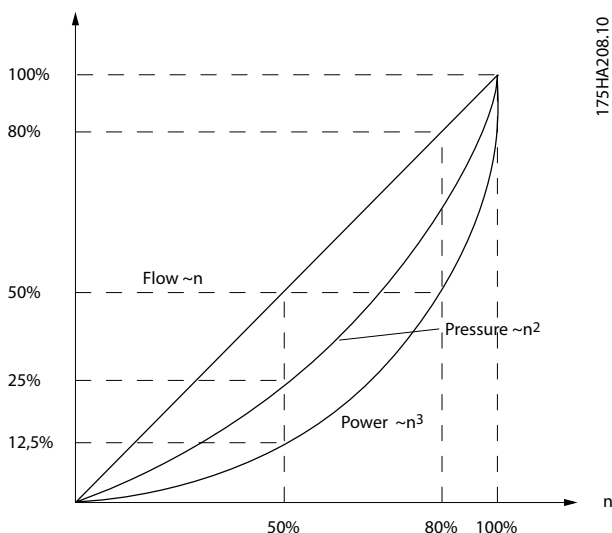
Afbeelding 2.1 Voorbeeld: Energiebesparing

### 2.1.3 Voorbeeld van energiebesparing

In *Afbeelding 2.2* is te zien dat de flow wordt geregeld door wijziging van het pomptoeental, gemeten in tpm. Bij een toerentalreductie van slechts 20% ten opzichte van het nominale toerental wordt ook de flow met 20% verlaagd. Dit komt omdat de flow recht evenredig is met het toerental. Het elektriciteitsverbruik neemt echter af met bijna 50%.

Als het systeem slechts een paar dagen per jaar een flow hoeft te leveren die gelijk is aan 100%, terwijl het gemiddelde gedurende de rest van het jaar minder is dan 80% van de nominale flow, bedraagt de hoeveelheid bespaarde energie zelfs meer dan 50%.

*Afbeelding 2.2* laat zien hoe de flow, de druk en het energieverbruik van centrifugaalpomp afhankelijk zijn van het toerental (tpm).



175HA208.10

**Afbeelding 2.2** Affiniteitswetten voor centrifugaalpomp

$$\text{Flow: } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\text{Druk: } \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$\text{Vermogen: } \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

Uitgaand van een gelijk rendement in het toerentalbereik.

Q = flow	P = vermogen
Q <sub>1</sub> = flow 1	P <sub>1</sub> = vermogen 1
Q <sub>2</sub> = gereduceerde flow	P <sub>2</sub> = gereduceerd vermogen
H = druk	n = toerentalregeling
H <sub>1</sub> = druk 1	n <sub>1</sub> = toerental 1
H <sub>2</sub> = gereduceerde druk	n <sub>2</sub> = gereduceerd toerental

**Tabel 2.1** Affiniteitswetten

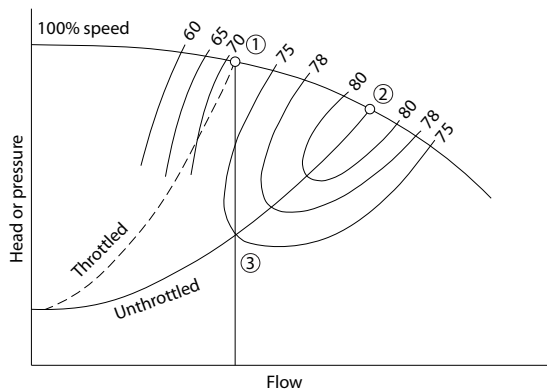
### 2.1.4 Klepregeling versus snelheidsregeling voor centrifugaalpomp

#### Klepregeling

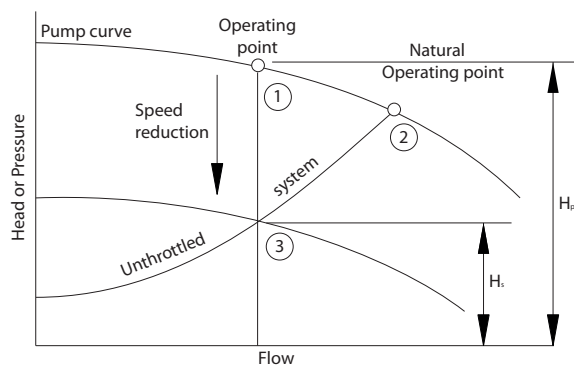
Omdat de druk in watersystemen varieert, moet de flow op basis hiervan worden aangepast. Veelgebruikte methoden voor het aanpassen van de flow zijn smoren of recirculatie met behulp van kleppen.

Een recirculatieklep die te ver is geopend, kan ertoe leiden dat de pomp aan het einde van de pompcurve werkt, met een hoog debiet bij een lage pompopvoerhoogte. Deze condities betekenen niet alleen een verspilling van energie vanwege het hoge toerental van de pomp, maar ze kunnen ook leiden tot pompcavities en vervolgens tot schade aan de pomp.

Het smoren van de flow met een regelklep voegt een drukval toe over de klep (HP-HS). Dit is te vergelijken met het gelijktijdig accelereren en aan de rem trekken in een poging om de snelheid van een auto te verlagen. *Afbeelding 2.3* laat zien dan smoren ertoe leidt dat de systeemcurve bij punt (2) op de pompcurve afbuigt naar een punt met een aanzienlijk lager rendement (1).

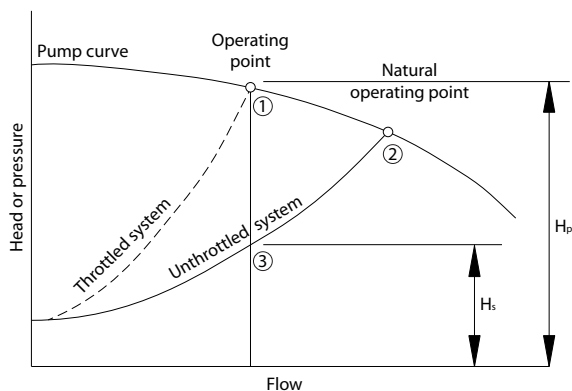


1308D890.10



1308D894.10

1	Werkpunt bij gebruik van een smoorklep
2	Natuurlijk werkpunt
3	Werkpunt bij gebruik van snelheidsregeling



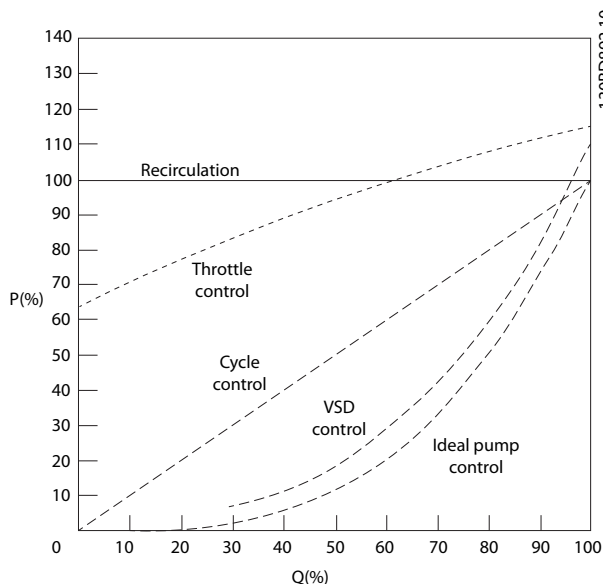
1	Werkpunt bij gebruik van een smoorklep
2	Natuurlijk werkpunt
3	Werkpunt bij gebruik van snelheidsregeling

Afbeelding 2.3 Flowreductie bij klepregeling (smoren)

**Snelheidsregeling**

Dezelfde flow kan worden aangepast door het toerental van de pomp te verlagen, zoals getoond in Afbeelding 2.4. Als het toerental wordt verlaagd, komt de pompcurve lager te lopen. Het werkpunt is het nieuwe snijpunt van de pompcurve en de systeemcurve (3). De energiebesparing is te berekenen door de affiniteitswetten toe te passen zoals beschreven in hoofdstuk 2.1.3 Voorbeeld van energiebesparing.

Afbeelding 2.4 Flowreductie bij snelheidsregeling



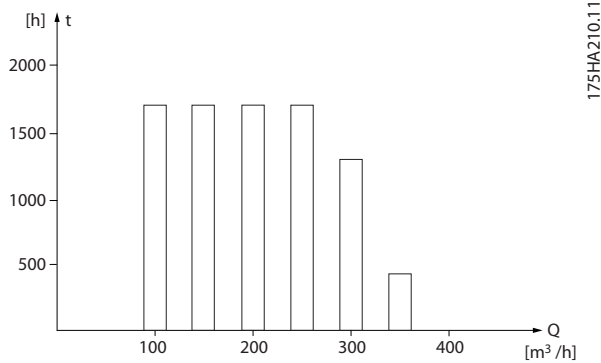
1308D892.10

Afbeelding 2.5 Vergelijkende debietregelingscurves

**2.1.5 Voorbeeld met wisselende flow gedurende 1 jaar**

De berekeningen in dit voorbeeld zijn gebaseerd op pompkarakteristieken die staan vermeld op een pompdatblad, zoals getoond in Afbeelding 2.7.

Het verkregen resultaat toont een energiebesparing van meer dan 50% bij de gegeven flowverdeling over een jaar; zie Afbeelding 2.6. De terugverdientijd hangt af van de prijs van elektriciteit en de prijs van de frequentieomvormer. In dit voorbeeld is de terugverdientijd minder dan een jaar in vergelijking met een systeem met kleppen en een constant toerental.



175HA210.11

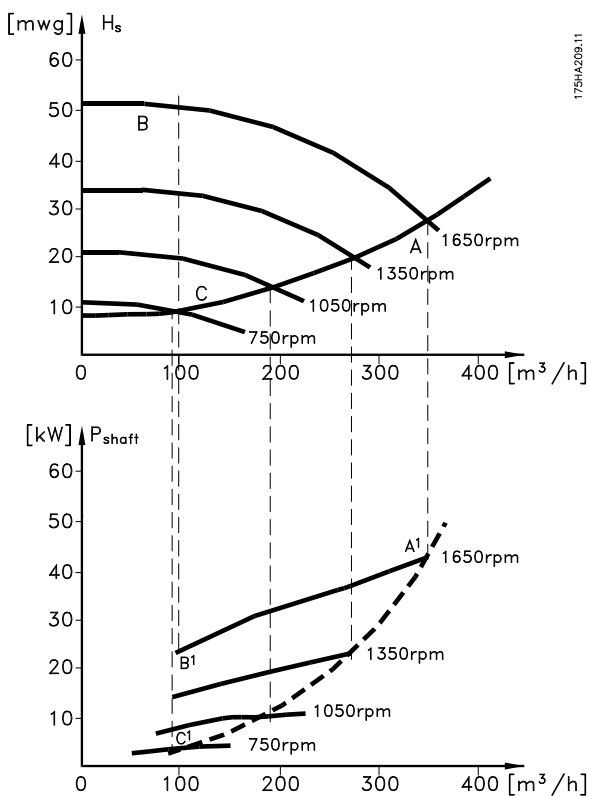
t [h]	Duur van flow. Zie ook Tabel 2.2.
Q [m³/h]	Stromingssnelheid

Afbeelding 2.6 Flowverdeling over 1 jaar (duur versus stromingssnelheid)

Stromingssnelheid	Verdeling		Regeling met kleppen		Regeling met frequentieomvormer	
	%	Duur [h]	Vermogen [kW]	Verbruik [kWh]	Vermogen [kW]	Verbruik [kWh]
[m³/h]		[h]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]
350	5	438	42,5 <sup>1)</sup>	18.615	42,5 <sup>1)</sup>	18.615
300	15	1314	38,5	50.589	29,0	38.106
250	20	1752	35,0	61.320	18,5	32.412
200	20	1752	31,5	55.188	11,5	20.148
150	20	1752	28,0	49.056	6,5	11.388
100	20	1752	23,0 <sup>2)</sup>	40.296	3,5 <sup>3)</sup>	6.132
<b>Σ</b>	100	8760	-	275.064	-	26.801

Tabel 2.2 Resultaat

- 1) Gemeten vermogen bij punt A1
- 2) Gemeten vermogen bij punt B1
- 3) Gemeten vermogen bij punt C1



175HA209.11

Afbeelding 2.7 Energieverbruik bij verschillende toerentallen

## 2.1.6 Verbeterde regeling

Het gebruik van een frequentieomvormer voor het regelen van de flow of de druk in een systeem zorgt voor een betere regeling.

Een frequentieomvormer kan het toerental van de ventilator of pomp variëren, wat een variabele regeling van flow en druk oplevert.

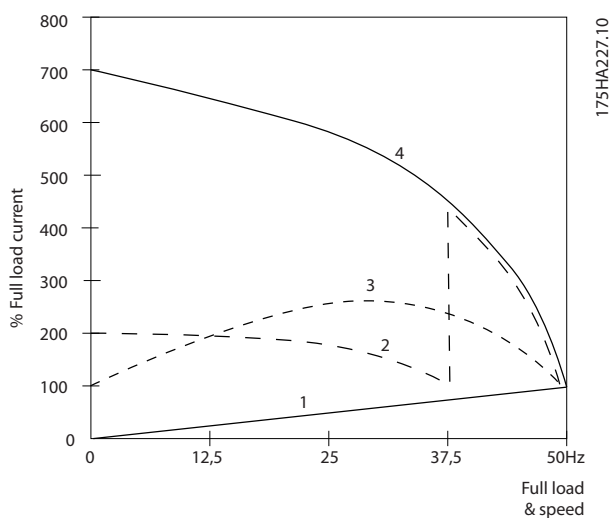
Bovendien kan een frequentieomvormer het toerental van de ventilator of de pomp snel aanpassen aan nieuwe flow- of drukcondities in het systeem.

Zorg voor een eenvoudige procesregeling (flow, niveau of druk) door gebruik te maken van de ingebouwde PI-regelaar.

## 2.1.7 Ster-driehoekschakeling of softstarter

Voor het starten van grote motoren is het in veel landen nodig om apparatuur te gebruiken die de opstartstroom beperkt. In meer traditionele systemen wordt vaak een ster-driehoekschakeling of softstarter gebruikt. Dergelijke motorstarters zijn niet meer nodig bij gebruik van een frequentieomvormer.

Zoals in Afbeelding 2.8 te zien is, verbruikt een frequentieomvormer niet meer stroom dan de nominale stroom.



1	VLT® AQUA Drive FC 202
2	Ster-driehoekschakeling
3	Softstarter
4	Start direct op netvoeding

Afbeelding 2.8 Startstroom

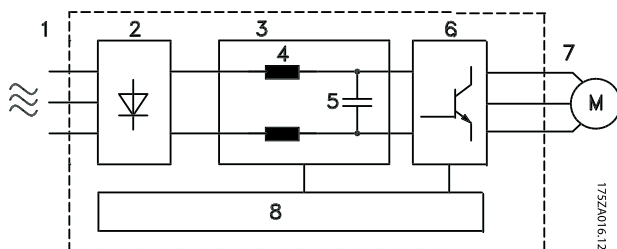
## 2.2 Beschrijving van de werking

De frequentieomvormer voorziet de motor van een geregleerde hoeveelheid netspanning om het motortoeental te regelen. De frequentieomvormer levert een variabele frequentie en spanning aan de motor.

De frequentieomvormer is onderverdeeld in 4 hoofdmodules:

- Gelijkrichter
- DC-tussenkring
- Omvormer
- Besturing en regeling

Afbeelding 2.9 is een blokschema van de interne componenten van de frequentieomvormer. Zie Tabel 2.3 voor de bijbehorende functies.



Afbeelding 2.9 Blokschema frequentieomvormer

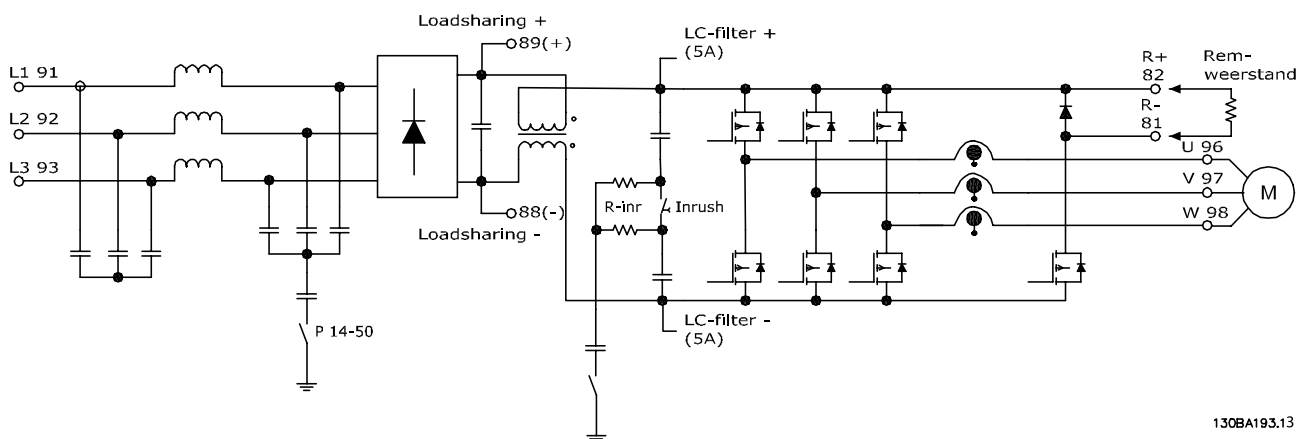
Gebied	Titel	Functies
1	Netingang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3-fasenetvoeding naar de frequentieomvormer</li> </ul>
2	Gelijkrichter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De gelijkrichterbrug zet de inkomende AC-stroom om naar DC-stroom die in de omvormer kan worden gebruikt.</li> </ul>
3	DC-bus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De DC-tussenkring verwerkt de DC-stroom.</li> </ul>
4	DC-reactoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filteren de DC-tussenkringspanning.</li> <li>• Bieden beveiliging tegen nettransiënten.</li> <li>• Beperken de RMS-stroom.</li> <li>• Verhogen de arbeidsfactor naar het voedende net.</li> <li>• Beperken de harmonischen op de AC-ingang.</li> </ul>
5	Condensatorbatterij	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Slaat de DC-spanning op.</li> <li>• Biedt tijdelijke bescherming bij kortstondige netonderbreking.</li> </ul>
6	Omvormer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zet het DC-signaal om naar een geregelde pulsbreedtegemoduleerde AC-golfvorm voor een regelbaar variabel uitgangssignaal naar de motor.</li> </ul>
7	Uitgang naar motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geregeld 3-fase-uitgangsvermogen naar de motor.</li> </ul>
8	Stuurcircuits	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingangsvermogen, interne verwerking, uitgangssignalen en motorstroom worden bewaakt voor een efficiënte werking en regeling.</li> <li>• De gebruikersinterface en externe commando's worden bewaakt en uitgevoerd.</li> <li>• Biedt mogelijkheden voor status-uitgang en -regeling.</li> </ul>

Tabel 2.3 Legenda bij Afbeelding 2.9

1. De frequentieomvormer zet wisselspanning afkomstig van de netvoeding om in gelijkspanning.
2. De gelijkspanning wordt vervolgens omgezet in een wisselstroom met variabele amplitude en frequentie.

De frequentieomvormer voorziet de motor van variabele spanning/stroom en frequentie en maakt zo toerenregeling mogelijk bij 3-fase, standaard asynchrone motoren en permanentmagneetmotoren met niet-uitspringende magneten.

De frequentieomvormer kan werken op basis van diverse motorbesturingsprincipes, waaronder speciale motormodus U/f en VVC+. Het kortsluitgedrag van de frequentieomvormer hangt af van de 3 stroomtransductoren in de motorfasen.



Afbeelding 2.10 Opbouw frequentieomvormer

## 2.3 Werkingsvolgorde

### 2.3.1 Gelijkrichterdeel

Op het moment dat er vermogen aan de frequentieomvormer wordt geleverd, komt dit binnen via de netklemmen (L1, L2 en L3) en gaat het vervolgens naar de netschakelaar en/of de RFI-filteroptie, afhankelijk van de configuratie van de eenheid.

### 2.3.2 Tussenkringdeel

Na het gelijkrichterdeel gaat de spanning naar het tussenkringdeel. Een filtercircuit, bestaande uit de DC-businductor en de DC-condensatorbatterij, vlak de gelijkgerichte spanning af.

De DC-businductor voorziet in serie-impedantie voor de wisselende stroom. Dit draagt bij aan het filteringsproces en beperkt tevens de harmonische vervorming naar het AC-ingangssignaal, die gewoonlijk optreedt in gelijkrichter-circuits.

### 2.3.3 Omvormerdeel

Zodra een startcommando en een snelheidsreferentie aanwezig zijn, beginnen in het omvormerdeel de IGBT's te schakelen om het uitgangssignaal te creëren. Dit uitgangssignaal, gegenereerd door het Danfoss VVC+ PWM-principe op de stuurkaart, zorgt voor optimale prestaties en minimale verliezen in de motor.

### 2.3.4 Remoptie

Frequentieomvormers die zijn uitgerust met de dynamische-remoptie, zijn tevens voorzien van een rem-IGBT plus de klemmen 81 (R-) en 82 (R+) voor het aansluiten van een externe remweerstand.

De rem-IGBT dient ervoor om de spanning in de tussenkring te beperken als de maximale spanningslimiet wordt overschreden. Hiervoor wordt de extern gemonteerde weerstand over de DC-bus geschakeld om de overtollige DC-spanning af te voeren die aanwezig is op de buscondensatoren.

Externe plaatsing van de remweerstand heeft het voordeel dat de weerstand kan worden geselecteerd op basis van de toepassingsbehoeften. De energie wordt buiten het bedieningspaneel afgevoerd en de frequentieomvormer wordt beschermd tegen oververhitting bij eventuele overbelasting van de remweerstand.

Het stuursignaal van de rem-IGBT is afkomstig van de stuurkaart en wordt aan de rem-IGBT geleverd via de voedingskaart en de gatedriverkaart. Daarnaast bewaken de voedingskaart en de stuurkaart de aansluiting van de rem-IGBT en de remweerstand op kortsluiting en overbelasting. Zie hoofdstuk 7.1 *Elektrische gegevens* voor verzekeringspecificaties. Zie ook hoofdstuk 7.7 *Zekeringen en circuitbreakers*.

### 2.3.5 Loadsharing

Eenheden met de ingebouwde loadsharingoptie bevatten de klemmen (+) 89 DC en (-) 88 DC. Binnen in de frequentieomvormer zijn deze klemmen vóór de DC-tussenkringspoel en de buscondensatoren aangesloten op de DC-bus.

Neem voor meer informatie contact op met Danfoss.

De loadsharingklemmen zijn aan te sluiten in 2 verschillende configuraties.

1. Bij de eerste methode worden de klemmen gebruikt om de DC-tussenkringen van meerdere frequentieomvormers aan elkaar te koppelen. Hierdoor kan een eenheid die in de regeneratieve modus staat, de overtollige tussenkringspanning delen met een andere eenheid die een motor aandrijft. Loadsharing kan zo de noodzaak van externe dynamische-remweerstand beperken, terwijl tegelijkertijd energie wordt bespaard. Het is mogelijk om een oneindig aantal eenheden op deze wijze aan te sluiten, op voorwaarde dat elke eenheid dezelfde nominale spanning heeft. Daarnaast kan het, afhankelijk van het vermogen en het aantal eenheden, nodig zijn om DC-spoelen en DC-zekeringen in de DC-tussenkringaansluitingen en AC-spoelen op het net aan te sluiten. Bij een dergelijke configuratie moeten specifieke afwegingen worden gemaakt. Neem contact op met Danfoss voor assistentie.

2. Bij de tweede methode wordt de frequentieomvormer uitsluitend gevoed via een DC-bron. Hiervoor is het volgende vereist:

- 2a Een DC-bron.
- 2b Een voorziening die bij het opstarten van de DC-bus een soft-charge uitvoert.

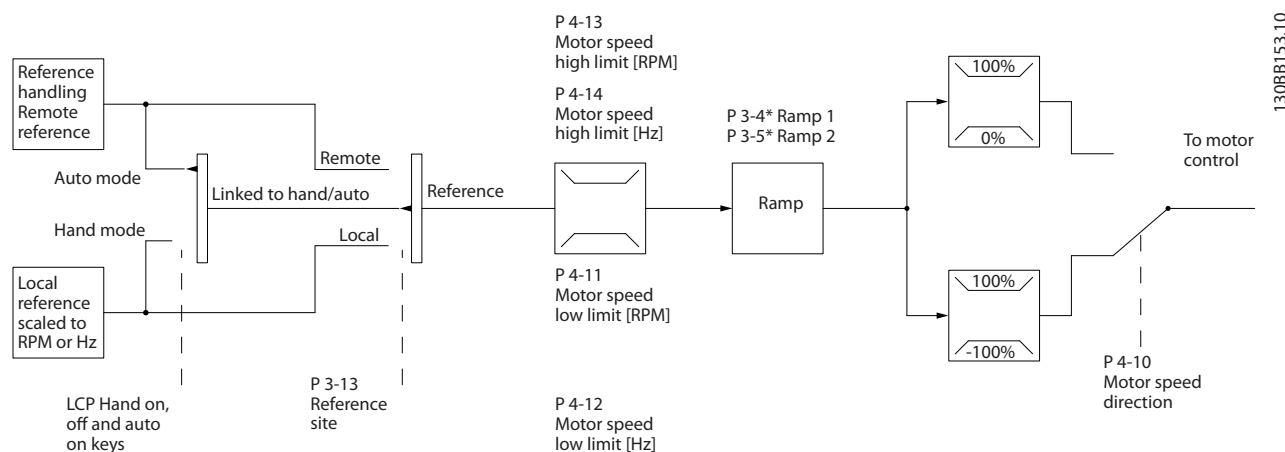
Ook hier geldt dat bij een dergelijke configuratie speciale overwegingen komen kijken. Neem contact op met Danfoss voor assistentie.

## 2.4 Regelstructuren

### 2.4.1 Regelstructuur zonder terugkoppeling

Bij een regeling zonder terugkoppeling reageert de frequentieomvormer op ingangscommando's die handmatig worden gegeven via de LCP-toetsen of extern worden gegeven via de analoge/digitale ingangen of een seriële bus.

In de getoonde configuratie in *Afbeelding 2.11* werkt de frequentieomvormer op basis van een regeling zonder terugkoppeling. De frequentieomvormer ontvangt ingangssignalen via het LCP (*handmodus*) of via een extern signaal (*automodus*). Het signaal (de snelheidsreferentie) wordt na ontvangst onderworpen aan de minimale en maximale begrenzings van het motortoerental (in tpm en Hz), aan- en uitlooptijden en de draairichting van de motor. Vervolgens wordt de referentie doorgegeven aan de motor.



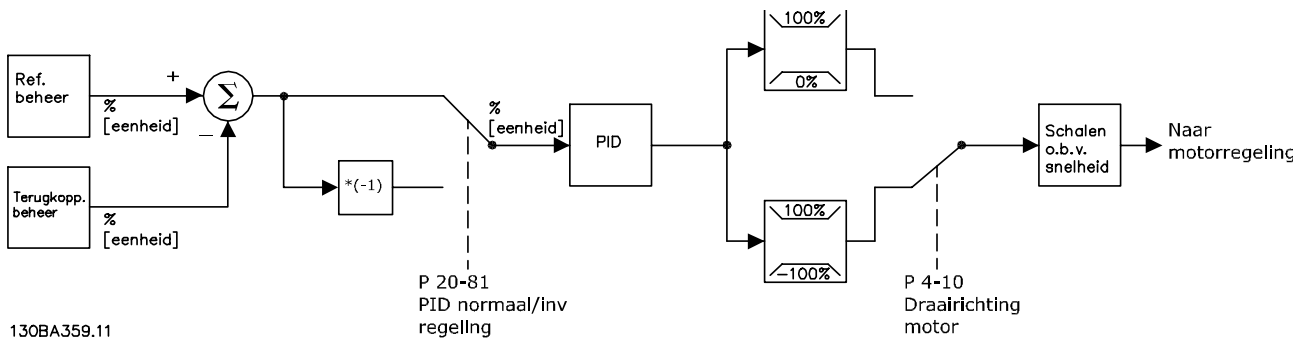
Afbeelding 2.11 Blokschema voor een regeling zonder terugkoppeling



## 2.4.2 Regelstructuur met terugkoppeling

Bij een regeling met terugkoppeling kan de frequentieomvormer dankzij een interne PID-regelaar de systeemreferentie en terugkoppelingssignalen gebruiken om als zelfstandige regeleenheid te werken. Wanneer de frequentieomvormer zelfstandig werkt op basis van een

regeling met terugkoppeling, kan hij status- en alarmmeldingen genereren. Daarnaast bevat hij veel andere programmeerbare opties voor externe systeembewaking.



Afbeelding 2.12 Blokschema voor een terugkoppelingsregelaar

Denk bijvoorbeeld aan een pomptoepassing waarbij het toerental van de pomp zodanig wordt geregeld dat de statische druk in een leiding constant blijft (zie *Afbeelding 2.12*). De frequentieomvormer ontvangt een terugkoppelingssignaal van een sensor in het systeem. Hij vergelijkt de terugkoppeling met de waarde van een setpointreferentie en bepaalt of en in hoeverre deze 2 signalen van elkaar verschillen. Vervolgens wordt het motortoerental aangepast om dit verschil op te heffen.

Het gewenste statische-druksetpoint is het referentiesignaal naar de frequentieomvormer. Een statische-druksensor meet de actuele statische druk in de leiding en levert deze in de vorm van een terugkoppelingssignaal terug aan de frequentieomvormer. Als het terugkoppelingssignaal hoger is dan de setpointreferentie, zal de frequentieomvormer het toerental verlagen om de druk te verlagen. Omgekeerd geldt dat wanneer de leidingdruk lager is dan de setpointreferentie, de frequentieomvormer het toerental zal verhogen om de pompdruk te verhogen.

Hoewel de standaardwaarden voor de frequentieomvormer bij een regeling met terugkoppeling in veel gevallen aanvaardbare prestaties zal opleveren, kunt u de regeling van het systeem vaak optimaliseren door een aantal parameters van de terugkoppelingsregelaar nauwkeurig aan te passen. Voor deze optimalisatie is *Autotuning* beschikbaar.

Andere programmeerbare functies omvatten:

- Omgekeerde regeling – het motortoerental neemt toe wanneer een terugkoppelingssignaal hoog is.
- Startfrequentie – zorgt dat het systeem snel een bedrijfsstatus bereikt voordat de PID-regelaar de besturing overneemt.
- Ingebouwd laagdoorlaatfilter – beperkt ruis in het terugkoppelingssignaal.

## 2.4.3 Lokale (Hand On) en externe (Auto On) besturing

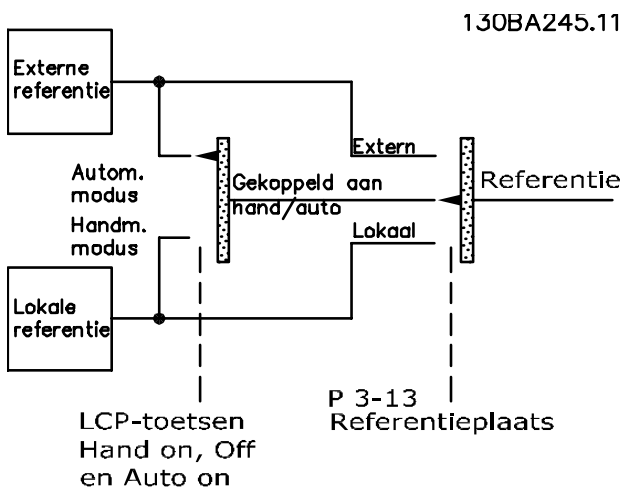
De frequentieomvormer kan handmatig worden bestuurd via het LCP dan wel extern via analoge of digitale ingangen en een seriële bus.

### Actieve referentie en configuratiemodus

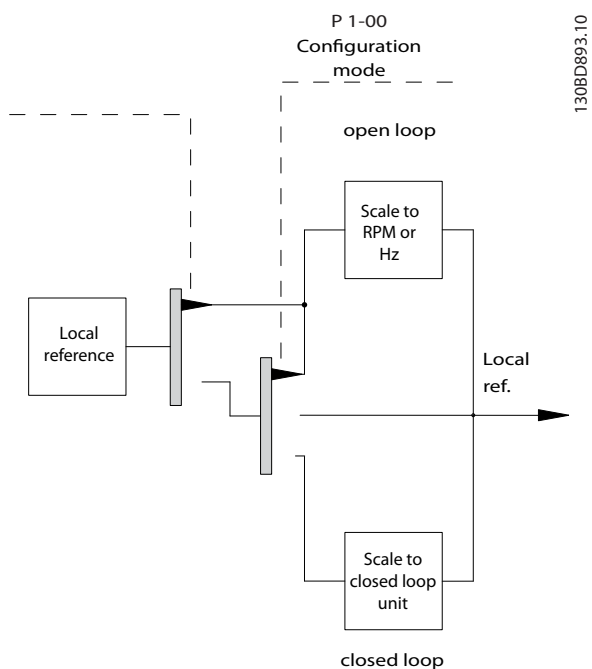
De actieve referentie is een lokale referentie of een externe referentie. Externe referentie is de standaardinstelling.

- De lokale referentie is te gebruiken in de *handmodus*. Om de *handmodus* in te schakelen, moet u de parameterinstellingen in parame-tergroep 0-4\* LCP-toetsenbord aanpassen. Zie de *programmeerhandleiding* voor meer informatie.
- De externe referentie is te gebruiken in de *automodus*; dit is de standaardmodus. In de *automodus* is het mogelijk om de frequentieomvormer te besturen via de digitale ingangen en diverse seriële interfaces (RS485, USB of een optionele veldbus).
- *Afbeelding 2.13* toont welke configuratiemodus actief is op basis van de geselecteerde actieve referentie (lokaal of extern).

- Afbeelding 2.14 toont de handmatige configuratiemodus bij gebruik van de lokale referentie.



Afbeelding 2.13 Actieve referentie



Afbeelding 2.14 Configuratiemodus

**Toepassingsbesturingsprincipe**

Er is altijd een referentie actief, hetzij de externe referentie of de lokale referentie. Ze kunnen niet op hetzelfde moment actief zijn. Selecteer het toepassingsbesturingsprincipe (d.w.z. zonder terugkoppeling of met terugkoppeling) in 1-00 Configuratiemodus, zoals aangegeven in Tabel 2.4.

Wanneer de lokale referentie actief is, moet u het toepassingsbesturingsprincipe instellen in 1-05 Local Mode Configuration.

Selecteer de referentieplaats in 3-13 Referentieplaats, zoals aangegeven in Tabel 2.4.

Zie de programmeerhandleiding voor meer informatie.

[Hand On] [Auto On] LCP-toetsen	Referentieplaats 3-13 Referentieplaats	Actieve referentie
Hand	Gekoppeld Hand/Auto	Lokaal
Hand ⇒ Off	Gekoppeld Hand/Auto	Lokaal
Auto	Gekoppeld Hand/Auto	Extern
Auto ⇒ Off	Gekoppeld Hand/Auto	Extern
Alle toetsen	Lokaal	Lokaal
Alle toetsen	Extern	Extern

Tabel 2.4 Configuraties met lokale en externe referentie

**2.4.4 Gebruik van referenties**

Het gebruik van referenties is van toepassing op regelingen met en zonder terugkoppeling.

**Interne en externe referenties**

In de frequentieomvormer kunnen maximaal 8 interne digitale referenties worden geprogrammeerd. De actieve interne digitale referentie kan extern worden geselecteerd via digitale sturingen of de seriële-communicatiebus.

Er kunnen ook externe referenties naar de frequentieomvormer worden gestuurd; dit gebeurt meestal via een analoge sturingang. Alle referentiebronnen en de busreferentie worden bij elkaar opgeteld om de totale externe referentie te bepalen. De externe referentie, de digitale referentie, het setpoint of de som van deze 3 kan worden geselecteerd als de actieve referentie. Deze referentie kan worden geschaald.

De geschaalde referentie wordt als volgt berekend:

$$Referentie = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

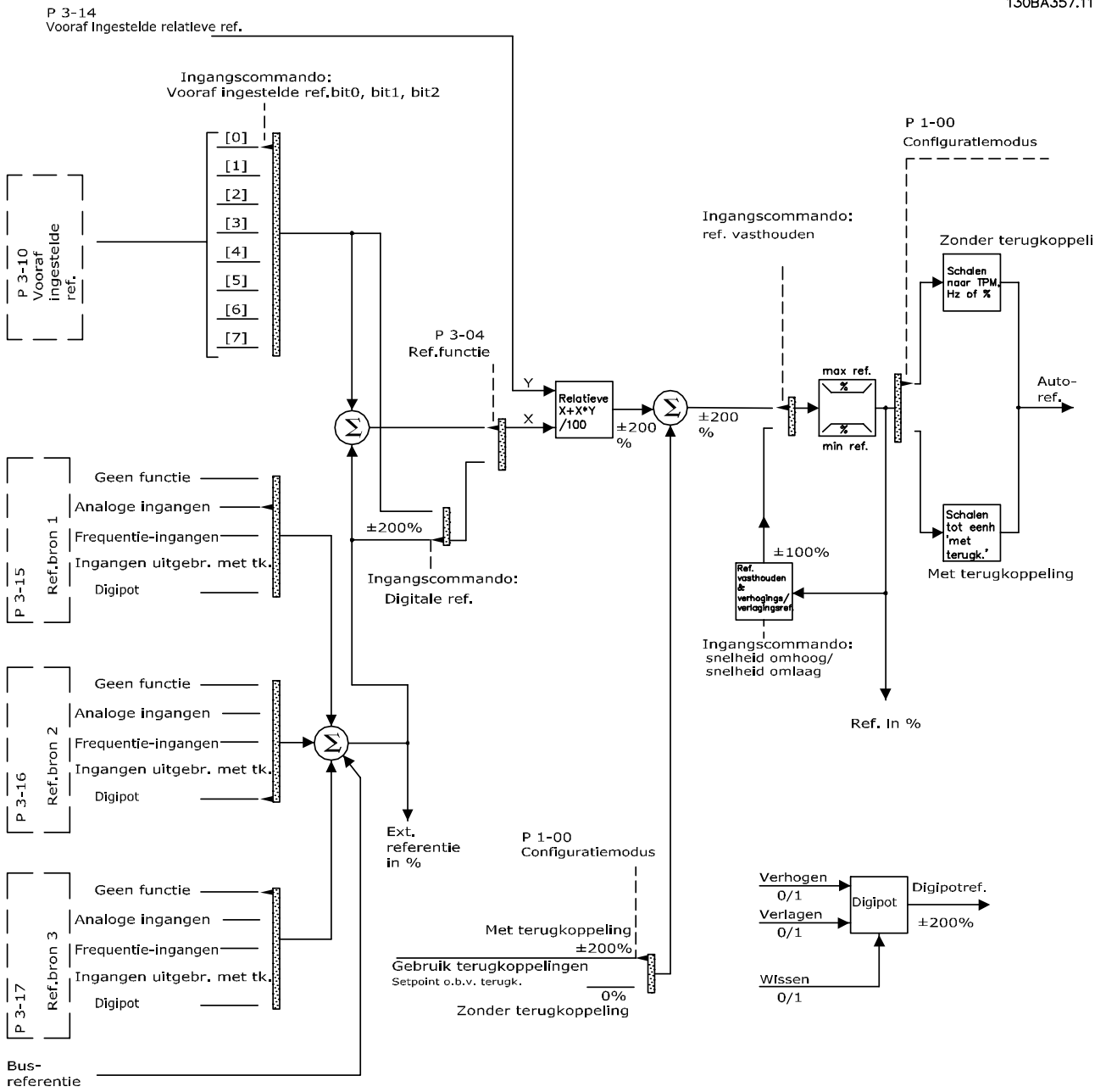
waarbij X de externe referentie, de digitale referentie of de som van deze referenties is en Y 3-14 Ingestelde relatieve ref. is in [%].

Als Y, 3-14 Ingestelde relatieve ref., is ingesteld op 0%, heeft de schaling geen invloed op de referentie.

**Externe referentie**

Een externe referentie bestaat uit de volgende elementen (zie Afbeelding 2.15):

- Digitale referenties
- Externe referenties:
  - Analoge ingangen
  - Pulsfrequentie-ingangen
  - Digitale-potentiometeringangen
  - Seriële-communicatiebusreferenties
- Een digitale relatieve referentie
- Een setpoint op basis van terugkoppeling



Afbeelding 2.15 Blokschema voor het gebruik van externe referenties

2

### 2.4.5 Gebruik van terugkoppelingen

Het gebruik van terugkoppelingen kan worden geconfigureerd voor toepassingen waarbij een geavanceerde regeling nodig is, bijvoorbeeld met meerdere setpoints en meerdere terugkoppelingstypen (zie *Afbeelding 2.16*). De volgende 3 regelingstypen komen het vaakst voor:

#### Eén zone, één setpoint

Dit type regeling is een eenvoudige terugkoppelingsconfiguratie. Setpoint 1 wordt opgeteld bij een andere referentie (indien aanwezig) en het terugkoppelingssignaal wordt geselecteerd.

#### Multi-zone, één setpoint

Dit type regeling gebruikt 2 of 3 terugkoppelingssensoren maar slechts één setpoint. De terugkoppelingen kunnen worden opgeteld, afgetrokken of gemiddeld. Bovendien kan de maximum- of minimumwaarde worden gebruikt. Setpoint 1 wordt uitsluitend in deze configuratie gebruikt.

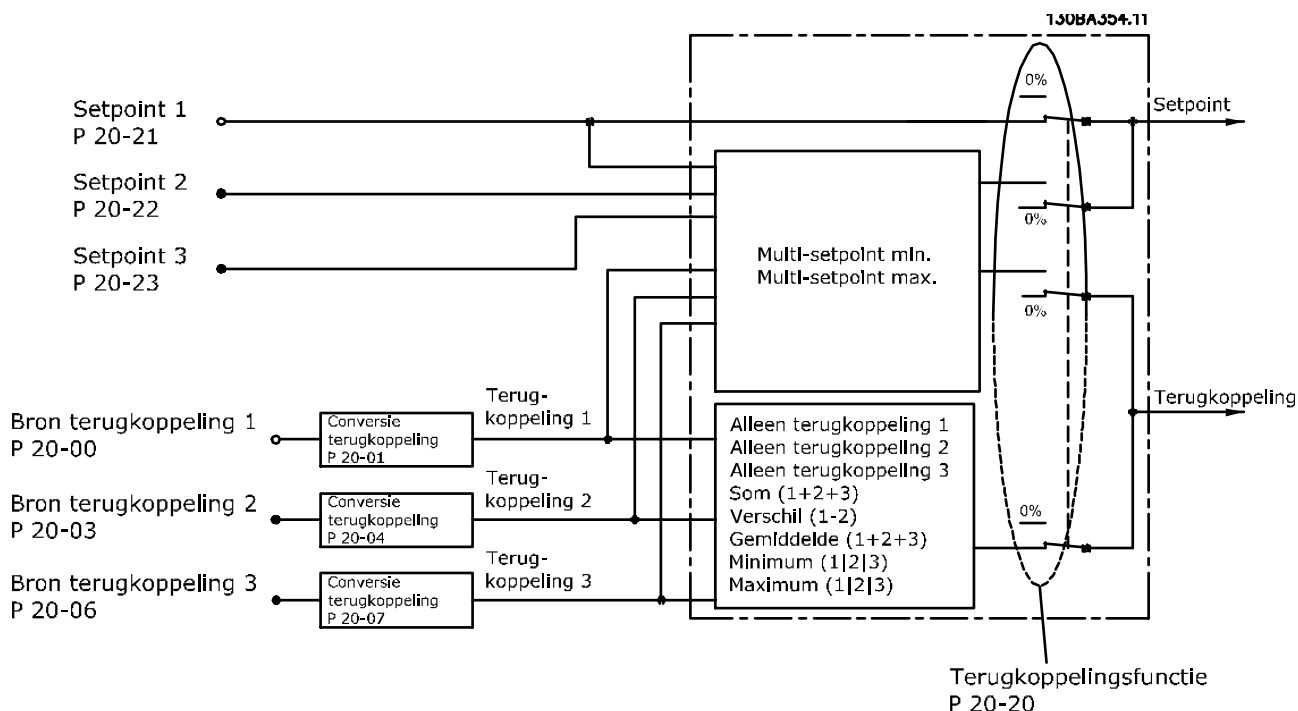
#### Multi-zone, setpoint/terugkoppeling

Het setpoint-/terugkoppelingsspaar met het grootste verschil bepaalt het toerental van de frequentieomvormer. De maximumwaarde probeert om alle zones op of onder

de bijbehorende setpoints te houden, terwijl de minimumwaarde probeert om alle zones op of boven de bijbehorende setpoints te houden.

#### Voorbeeld

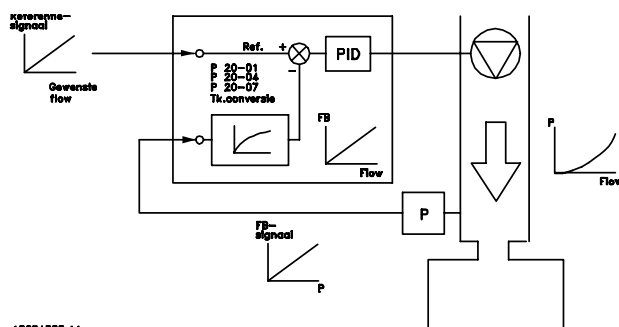
Een toepassing met 2 zones en 2 setpoints. Het setpoint van zone 1 is 15 bar en de terugkoppeling is 5,5 bar. Het setpoint van zone 2 is 4,4 bar en de terugkoppeling is 4,6 bar. Als de maximumwaarde is geselecteerd, dan worden het setpoint en de terugkoppeling van zone 2 naar de PID-regelaar gestuurd, aangezien deze het kleinste verschil laat zien (terugkoppeling is hoger dan het setpoint, wat resulteert in een negatief verschil). Als de minimumwaarde is geselecteerd, dan worden het setpoint en de terugkoppeling van zone 1 naar de PID-regelaar gestuurd, aangezien deze het grootste verschil laten zien (de terugkoppeling is lager dan het setpoint, wat resulteert in een positief verschil).



Afbeelding 2.16 Blokschema voor verwerking van terugkoppelingssignalen

### Terugkoppelingsconversie

In sommige toepassingen is het nuttig om het terugkoppelingssignaal te converteren. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van een druksignaal om een terugkoppeling van de flow te leveren. Aangezien de vierkantswortel van druk evenredig is met de flow, levert de vierkantswortel van het druksignaal een waarde op die evenredig is met de flow; zie *Afbeelding 2.17*.



130BA358.11

Afbeelding 2.17 Terugkoppelingsconversie

## 2.5 Automatische operationele functies

Automatische operationele functies zijn actief zodra de frequentieomvormer in bedrijf is. Voor de meeste functies is geen programmering of setup vereist. Het besef dat deze functies aanwezig zijn, kan het systeemontwerp helpen optimaliseren en mogelijk de toevoeging van overbodige componenten of functionaliteit voorkomen.

Zie de *programmeerhandleiding* voor details over eventuele instellingen die nodig zijn, met name voor motorparameters.

De frequentieomvormer heeft een reeks ingebouwde beschermingsfuncties om zichzelf en de aangedreven motor te beschermen.

### 2.5.1 Kortsluitbeveiliging

#### Motor (fase-fase)

De frequentieomvormer is tegen kortsluiting beveiligd door middel van stroommetingen in elk van de 3 motorfasen of in de DC-tussenkring. Een kortsluiting tussen 2 uitgangsfasen veroorzaakt een overstroom in de omvormer. De omvormer wordt uitgeschakeld als de kortsluitstroom de toegestane waarde overschrijdt (Alarm 16 Uit & blokk.).

#### Netzijde

Een frequentieomvormer die correct werkt, beperkt de stroom die hij uit de voeding kan opnemen. Desondanks wordt het gebruik van zekeringen en/of circuitbreakers aan de voedingszijde aanbevolen. Dit biedt bescherming wanneer er een component in de frequentieomvormer defect raakt (eerste storing). Zie *hoofdstuk 7.7 Zekeringen en circuitbreakers* voor meer informatie.

### LET OP

Het gebruik van zekeringen en/of circuitbreakers is verplicht als moet worden voldaan aan IEC 60364 (voor CE) of NEC 2009 (voor UL).

#### Remweerstand

De frequentieomvormer is beveiligd tegen kortsluiting in de remweerstand.

#### Loadsharing

Om de DC-bus te beschermen tegen kortsluiting en de frequentieomvormers te beschermen tegen overbelasting, moet u DC-zekeringen installeren in serie met de loadsharingklemmen van alle aangesloten eenheden. Zie *hoofdstuk 2.3.5 Loadsharing* voor meer informatie.

### 2.5.2 Overspanningsbeveiliging

#### Door de motor gegenereerde overspanning

De spanning in de tussenkring neemt toe wanneer de motor als generator werkt. Dit gebeurt in de volgende gevallen:

- De belasting drijft de motor aan (bij een constante uitgangsfrequentie van de frequentieomvormer); de belasting wekt bijvoorbeeld energie op.
- Als gedurende het vertragen (uitlopen) het traagheidsmoment hoog is, is de wrijving laag en de uitlooptijd te kort om de energie te kunnen afvoeren als een verlies in de frequentieomvormer, de motor en de installatie.
- Een onjuiste instelling van de slipcompensatie kan leiden tot een hogere DC-tussenkringspanning.
- Tegen-EMK bij gebruik van een PM-motor. In geval van vrijlopen bij hoge toerentallen bestaat de kans dat de tegen-EMK van de PM-motor de maximale spanningstolerantie van de frequentieomvormer overschrijdt en schade veroorzaakt. Om dit tegen te gaan, wordt de waarde van *4-19 Max. uitgangsfreq.* automatisch begrensd op basis van een interne berekening die is gebaseerd op de waarde van *1-40 Tegen-EMK bij 1000 TPM*, *1-25 Nom. motorsnelheid* en *1-39 Motorpolen*.

### LET OP

Voorzie de frequentieomvormer van een remweerstand om te voorkomen dat de motor overtoeren maakt (bijv. vanwege overmatige 'windmilling' of ongecontroleerde waterstroming).

De overspanning kan worden afgehandeld door gebruik te maken van een remfunctie (*2-10 Remfunctie*) of een overspanningsbeveiliging (*2-17 Overspanningsreg.*).

### Overspanningsbeveiliging (OVC)

OVC beperkt de kans op een uitschakeling (trip) van de frequentieomvormer als gevolg van een overspanning op de DC-tussenkring. Dit wordt bereikt door automatisch de uitlooptijd te verlengen.

#### LET OP

OVC kan worden geactiveerd voor PM-motoren (PM VVC +).

### Remfuncties

Sluit een remweerstand aan om overtollige remenergie af te voeren. Het aansluiten van een remweerstand voorkomt een extreem hoge DC-tussenkringspanning tijdens het remmen.

Een AC-rem is een alternatief om het remmen te verbeteren zonder een remweerstand te gebruiken. Deze functie voorkomt overmagnetisering van de motor wanneer deze als generator werkt en extra energie opwekt. Deze functie kan de OVC verbeteren. Door de elektriciteitsverliezen in de motor te verhogen, kan de OVC-functie het remkoppel verhogen zonder de overspanningslimiet te overschrijden.

#### LET OP

AC-rem is minder effectief dan dynamisch remmen met een weerstand.

### 2.5.3 Detectie ontbrekende motorfase

De functie voor *ontbrekende motorfase* (4-58 *Motorfase-functie ontbreekt*) is standaard ingeschakeld om beschadiging van de motor in geval van een ontbrekende motorfase te voorkomen. De standaardinstelling is 1000 ms, maar deze kan worden aangepast voor een snellere detectie.

### 2.5.4 Detectie onbalans netfasen

Gebruik bij ernstige onbalans van het net verkort de levensduur van de motor. De condities worden als ernstig beschouwd wanneer de motor continu in bedrijf is met een bijna nominale belasting. Bij de standaardinstelling schakelt de frequentieomvormer uit (trip) in geval van onbalans van het net (14-12 *Functie bij onbalans netsp.*).

### 2.5.5 Schakelen aan de uitgang

Het toevoegen van een schakelaar aan de uitgang tussen de motor en de frequentieomvormer is toegestaan. Er kunnen foutmeldingen worden gegenereerd. Schakel vliegende start in om een draaiende motor op te vangen.

### 2.5.6 Overbelastingsbeveiliging

#### Koppelbegrenzing

De koppelbegrenzingsfunctie beschermt de motor tegen overbelasting, bij alle toerentallen. De koppelbegrenzing is in te stellen in 4-16 *Koppelbegrenzing motormodus* of 4-17 *Koppelbegrenzing generatormodus*, terwijl de instelling in 14-25 *Uitsch.vertr. bij Koppelbegr.* bepaalt hoe lang het duurt voordat de koppelbegrenzingswaarschuwing een uitschakeling (trip) veroorzaakt.

#### Stroomgrens

De piekstroombegrenzing is in te stellen in 4-18 *Stroombegr.*

#### Snelheidsbegrenzing

Gebruik de volgende parameters om de lage en hoge begrenzing voor het bedrijfstoerental in te stellen:

- 4-11 *Motorsnelh. lage begr. [RPM]* of
- 4-12 *Motorsnelh. lage begr. [Hz]* en 4-13 *Motorsnelh. hoge begr. [RPM]*, of
- 4-14 *Motor Speed High Limit [Hz]*

Het bedrijfstoerental kan bijvoorbeeld worden ingesteld op een bereik van 30 tot 50/60 Hz.

4-19 *Max. uitgangsfreq.* begrenst de maximale uitgangssnelheid van de frequentieomvormer.

#### ETR

ETR is een elektronische functie die een bimetaalrelais simuleert op basis van interne metingen. De karakteristieken worden getoond in *Afbeelding 2.18*.

#### Spanningslimiet

Om de transistoren en de tussenkringcondensatoren te beschermen, schakelt de frequentieomvormer uit wanneer een bepaald hard gecodeerd spanningsniveau is bereikt.

#### Overtemperatuur

De frequentieomvormer heeft ingebouwde temperatuursensoren en reageert onmiddellijk op kritische waarden op basis van hard gecodeerde begrenzingen.

### 2.5.7 Automatische reductie

De frequentieomvormer controleert voortdurend op kritische niveaus:

- Hoge temperatuur op de stuurkaart of het koellichaam
- Hoge motorbelasting
- Hoge DC-tussenkringspanning
- Laag motortoerental

Als reactie op een kritisch niveau past de frequentieomvormer de schakelfrequentie aan. Bij hoge interne temperaturen en een laag motortoerental kunnen de

frequentieomvormers ook het PWM-patroon naar SFAVM forceren.

### **LET OP**

**Automatische reductie werkt anders wanneer 14-55 UitgangsfILTER is ingesteld op [2] Sinusfilter vast.**

## 2.5.8 Automatische energieoptimalisatie

Automatische energieoptimalisatie (AEO) zorgt ervoor dat de frequentieomvormer voortdurend de belasting op de motor bewaakt en de uitgangsspanning aanpast voor een optimaal rendement. Bij een lichte belasting wordt de spanning gereduceerd en wordt de motorstroom geminimaliseerd. Dit resulteert in een hoger rendement, een lagere opwarming en een stillere werking van de motor. Het is niet nodig om een V/Hz-curve te selecteren, omdat de frequentieomvormer de motorspanning automatisch aanpast.

## 2.5.9 Automatic Switching Frequency Modulation (ASFM)

De frequentieomvormer genereert korte elektrische pulsen om een AC-golfpatroon te creëren. De schakelfrequentie geeft het tempo van deze pulsen aan. Een lage schakelfrequentie (trage puls-frequentie) veroorzaakt hoorbaar geluid ruis in de motor. Daarom gaat de voorkeur uit naar een hogere schakelfrequentie. Een hogere schakelfrequentie genereert echter warmte in de frequentieomvormer, wat de hoeveelheid beschikbare stroom voor de motor kan beperken.

ASFM regelt deze condities automatisch om de hoogst mogelijke schakelfrequentie te bieden zonder oververhitting van de frequentieomvormer te veroorzaken. Door een gereguleerde hoge schakelfrequentie te leveren, werkt de motor stiller bij lage toerentallen, wanneer hoorbaar geluid een kritische factor is, terwijl het volledige uitgangsvermogen aan de motor wordt geleverd wanneer dit nodig is.

## 2.5.10 Automatische reductie wegens hoge schakelfrequentie

De frequentieomvormer is bedoeld voor een continue werking met volledige belasting bij schakelfrequenties van 3,0 tot 4,5 kHz (dit frequentiebereik hangt af van de vermogensklasse). Een schakelfrequentie die hoger is dan het maximaal toegestane bereik genereert meer warmte in de frequentieomvormer, waardoor de uitgangsstroom moet worden gereduceerd.

Een automatische functie van de frequentieomvormer is een belastingafhankelijke regeling van de schakelfrequentie. Dankzij deze functie kan de motor profiteren van

de hoogst mogelijke schakelfrequentie op basis van de belasting.

## 2.5.11 Automatische reductie wegens overtemperatuur

Automatische reductie wegens overtemperatuur dient om uitschakeling (trip) van de frequentieomvormer bij hoge temperaturen te voorkomen. Interne temperatuursensoren meten de condities om de vermogenscomponenten te beschermen tegen oververhitting. De frequentieomvormer kan zijn schakelfrequentie automatisch verlagen om de bedrijfstemperatuur binnen veilige limieten te houden. Na verlaging van de schakelfrequentie kan de frequentieomvormer ook de uitgangsfrequentie en de stroom met maar liefst 30% verlagen om uitschakeling (trip) wegens overtemperatuur te voorkomen.

## 2.5.12 Automatisch aan-/uitlopen

Wanneer een motor een belasting te snel probeert te versnellen ten opzichte van de beschikbare stroom, kan dit leiden tot uitschakeling (trip) van de frequentieomvormer. Hetzelfde geldt voor een te snelle vertraging. Automatisch aan-/uitlopen biedt bescherming in deze situaties door de aan-/uitlooptijd (versnellen of vertragen) te verlengen op basis van de beschikbare stroom.

## 2.5.13 Stroomgrenscircuit

Wanneer een belasting de beschikbare stroomwaarde van de frequentieomvormer bij normaal bedrijf (in geval van een ondergedimensioneerde frequentieomvormer of motor) overschrijdt, zorgt de stroomgrens ervoor dat de uitgangsfrequentie wordt verlaagd, waardoor de motor vertraagt en de belasting lager wordt. Er is een instelbare timer beschikbaar om de werking onder deze condities te beperken tot 60 s of minder. De fabrieksinstelling voor deze limiet bedraagt 110% van de nominale motorstroom, om overstroombelasting te minimaliseren.

## 2.5.14 Prestaties bij spanningsschommelingen

De frequentieomvormer is bestand tegen netschommelingen zoals:

- transiënten;
- kortstondige uitval;
- korte spanningsdalingen;
- stootspanningen.

De frequentieomvormer compenseert ingangsspanningen die  $\pm 10\%$  afwijken van de nominale spanning automatisch, om de volledige motorspanning en het volledige nominale koppel te leveren. Wanneer een automatische herstart is

geselecteerd, start de frequentieomvormer automatisch weer op na een spanningstrip. Bij gebruik van een vliegende start voert de frequentieomvormer voorafgaand aan de start een synchronisatie met de motorrotatie uit.

### 2.5.15 Softstart van de motor

De frequentieomvormer voorziet de motor van de juiste hoeveelheid stroom om de massa-traagheid van de belasting te overwinnen en de motor op toeren te brengen. Dit voorkomt dat de maximale netspanning wordt geschakeld op een stilstaande of traag draaiende motor, wat een hoge stroom en warmte zou genereren. Deze interne softstartfunctie beperkt de thermische en mechanische belasting, verlengt de levensduur van de motor en voorziet in een stillere werking van het systeem.

### 2.5.16 Resonantiedemping

Geluid door hoogfrequente motorresonantie kan worden geëlimineerd door middel van resonantiedemping. Frequentiedemping kan zowel automatisch als handmatig worden geselecteerd.

### 2.5.17 Temperatuurgeregelde ventilatoren

De interne koelventilatoren worden geregeld op basis van temperatuursensoren in de frequentieomvormer. De koelventilator werkt vaak niet bij lage belastingen of in de slaapmodus of in stand-by. De regeling beperkt de ruis, verhoogt het rendement en verlengt de levensduur van de ventilator.

### 2.5.18 EMC-conformiteit

Elektromagnetische interferentie (EMI) of radiofrequente interferentie (RFI, in geval van radiofrequentie) is interferentie die een elektrisch circuit kan verstoren vanwege elektromagnetische inductie of straling vanaf een externe bron. De frequentieomvormer is ontworpen om te voldoen aan de EMC-productnorm voor frequentieomvormers, IEC 61800-3, en aan de Europese norm EN 55011. Om te voldoen aan de emissieniveaus van EN 55011 moet de motorkabel zijn afgeschermd en correct zijn aangesloten. Zie *hoofdstuk 3.2.2 EMC-testresultaten* voor meer informatie over EMC-prestaties.

### 2.5.19 Stroommeting op alle drie motorfasen

De uitgangsstroom naar de motor wordt continu gemeten op alle 3 fasen om de frequentieomvormer en de motor te beschermen tegen kortsluiting, aardfouten en faseverlies. Aardfouten op de uitgang worden meteen gedetecteerd. Bij verlies van een motorfase stopt de frequentieomvormer onmiddellijk en geeft hij aan welke fase ontbreekt.

## 2.5.20 Galvanische scheiding van stuurklemmen

Alle stuurklemmen en uitgangsrelaisklemmen zijn galvanisch gescheiden van de netvoeding. Dit betekent dat het stuurcircuit volledig is beschermd tegen de ingangsstroom. De uitgangsrelaisklemmen hebben een eigen aarding nodig. Deze galvanische scheiding voldoet aan de strenge eisen voor extra lage spanning (PELV – Protective Extra Low Voltage).

De galvanische scheiding bestaat uit de volgende componenten:

- Voeding, inclusief signaalscheiding
- Gatedriver voor de IGBT's, triggertransformatoren en optische koppelingen
- Hall-effect-uitgangsstroomtransductoren

## 2.6 Klantspecifieke toepassingsfuncties

Klantspecifieke toepassingsfuncties zijn de meest gangbare functies die in de frequentieomvormer worden geprogrammeerd voor verbeterde systeemprestaties. Hiervoor is minimale programmering of setup vereist. Het besef dat deze functies beschikbaar zijn, kan het systeemontwerp helpen optimaliseren en mogelijk de toevoeging van overbodige componenten of functionaliteit voorkomen. Zie de *programmeerhandleiding* voor instructies over het activeren van deze functies.

### 2.6.1 Automatische aanpassing motorgegevens

Automatische aanpassing motorgegevens (AMA) is een geautomatiseerde testprocedure voor het meten van de elektrische kenmerken van de motor. De AMA stelt een nauwkeurig elektronisch model van de motor op. Dit stelt de frequentieomvormer in staat om optimale prestaties en rendement te berekenen op basis van de gebruikte motor. Het uitvoeren van de AMA-procedure maximaliseert tevens de functie voor automatische energieoptimalisatie van de frequentieomvormer. De AMA wordt uitgevoerd zonder dat de motor draait en zonder de belasting van de motor los te koppelen.



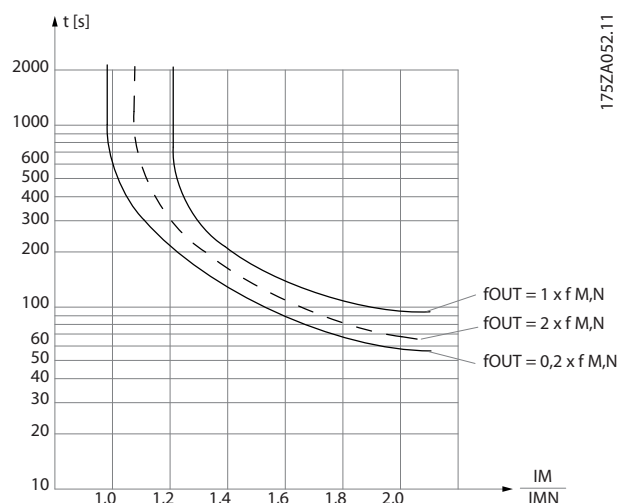
## 2.6.2 Thermische motorbeveiliging

Thermische motorbeveiliging is mogelijk op 3 manieren:

- Door middel van directe temperatuurmeting via een van de volgende hulpmiddelen:
  - Een PTC-sensor in de motorwikkelingen, aangesloten op een standaard analoge of digitale ingang
  - Een Pt 100 of Pt 1000 in de motorwikkelingen en motorlagers, aangesloten op een VLT® Sensor Input Card MCB 114.
  - Een PTC-thermistoringang op een VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (ATEX-goedgekeurd)
- Een thermomechanische schakelaar (type Klixon) op een digitale ingang
- Via het ingebouwde elektronische thermische relais (ETR) voor asynchrone motoren

ETR berekent de motortemperatuur door het meten van stroom, frequentie en bedrijfstijd. De frequentieomvormer geeft de thermische belasting op de motor weer als percentage en kan een waarschuwing genereren bij een programmeerbaar overbelastingsetpoint.

Programmeerbare opties in geval van een overbelasting stellen de frequentieomvormer in staat om de motor te stoppen, het uitgangsvermogen te verlagen of de conditie te negeren. De frequentieomvormer voldoet aan I2t klasse 20-normen met betrekking tot overbelasting van de motor, ook bij lage toerentallen.



Afbeelding 2.18 ETR-kenmerken

De X-as in Afbeelding 2.18 toont de verhouding tussen  $I_{\text{motor}}$  en  $I_{\text{motor}}$  nominaal. De Y-as toont de tijd in seconden voordat het ETR uitschakelt en daarmee de frequentieomvormer uitschakelt. De curves tonen het karakteristieke

nominale toerental, bij twee keer het nominale toerental en bij 0,2 keer het nominale toerental.

Bij lagere toerentallen schakelt het ETR uit bij een lagere warmteontwikkeling vanwege de verminderde koeling van de motor. Op die manier is de motor beschermd tegen oververhitting, ook bij lage toerentallen. De ETR-functie berekent de motortemperatuur op basis van de actuele stroom en het actuele toerental. De berekende temperatuur kan worden uitgelezen via *16-18 Motor therm..*

## 2.6.3 Netstoring

Tijdens een netstoring blijft de frequentieomvormer in bedrijf tot de tussenkringspanning daalt tot onder het minimale stopniveau, dat gewoonlijk 15% onder de laagste nominale voedingsspanning van de frequentieomvormer ligt. De netspanning vóór de storing en de motorbelasting bepalen hoe lang het duurt voordat de frequentieomvormer gaat vrijlopen.

De frequentieomvormer kan worden geconfigureerd (*14-10 Netstoring*) om tijdens een netstoring op een bepaalde manier te reageren, zoals:

- uitschakeling met blokkering zodra de DC-tussenkring geen vermogen meer kan leveren;
- vrijloop, gevolgd door een vliegende start wanneer de netspanning is hersteld (*1-73 Vlieg. start*);
- kinetische backup;
- gecontroleerde uitloop.

### Vliegende start

Deze optie maakt het mogelijk een motor op te vangen wanneer deze vrij draait als gevolg van een netstoring. Deze optie is relevant voor centrifuges en ventilatoren.

### Kinetische backup

Deze optie zorgt ervoor dat de frequentieomvormer blijft werken zolang er energie beschikbaar is in het systeem. In geval van kortstondige uitval van de netvoeding wordt de werking hervat zodra de netvoeding is hersteld, zonder dat de toepassing wordt gestopt of de frequentieomvormer de controle verliest. Er zijn diverse varianten van kinetische backup beschikbaar.

Configureer het gedrag van de frequentieomvormer bij een netstoring in *14-10 Netstoring* en *1-73 Vlieg. start*.

## 2.6.4 Ingebouwde PID-regelaars

De 4 ingebouwde proportionele, integrerende, differentiërende (PID) regelaars maken het gebruik van extra regelapparatuur overbodig.

Een van de PID-regelaars handhaaft een constante regeling van systemen met terugkoppeling, waarbij een geregelde druk, flow, temperatuur of andere systeemvereisten moeten worden gehandhaafd. De frequentieomvormer kan het motortoerental zelfstandig regelen op basis van terugkoppelingssignalen van externe sensoren. De frequentieomvormer is in staat om 2 terugkoppelingssignalen van 2 verschillende apparaten te verwerken. Deze functie maakt het mogelijk om een systeem met uiteenlopende terugkoppelingssignalen te regelen. De frequentieomvormer maakt regelbeslissingen door de 2 twee signalen te vergelijken om de systeemprestaties te optimaliseren.

Gebruik de 3 extra en onafhankelijke regelaars om andere procesapparatuur te regelen, zoals chemische voedingspompen, klepregeling of voor beluchting met verschillende niveaus.

### 2.6.5 Automatische herstart

De frequentieomvormer kan worden geprogrammeerd om de motor automatisch te herstarten na een minder ernstige uitschakeling (trip), zoals een kortstondig spanningsverlies of een spanningsschommeling. Door deze functie wordt een handmatige reset onnodig en wordt de geautomatiseerde werking van extern bestuurd systemen verbeterd. Het aantal herstartpogingen en het tijdsinterval tussen pogingen kunnen worden begrensd.

### 2.6.6 Vliegende start

Een vliegende start stelt de frequentieomvormer in staat om een synchronisatie uit te voeren met een draaiende motor, ook als deze op volle toeren draait, en in beide draairichtingen. Dit voorkomt uitschakelingen (trips) wanneer er te veel stroom wordt getrokken. Het minimaliseert de mechanische belasting op het systeem, aangezien de motor geen abrupte wijzigingen in het toerental krijgt wanneer de frequentieomvormer start.

### 2.6.7 Volledig koppel bij gereduceerd toerental

De frequentieomvormer volgt een variabele V/Hz-curve om ook bij gereduceerde toerentallen een volledig motorkoppel te genereren. Een volledig uitgangskoppel kan samenvallen met het maximale nominale bedrijfstoeental van de motor. Dit is anders dan bij omvormers met variabel koppel, die een lager motorkoppel bieden bij lage toerentallen, of omvormers met constant koppel, die overmatige spanning, warmte en motorgeluid produceren wanneer ze niet op volle toeren werken.

### 2.6.8 Frequentiebypass

In sommige toepassingen kan het systeem bepaalde bedrijfstoeentallen hebben die mechanische resonantie veroorzaken. Dit kan overmatig veel geluid veroorzaken en mogelijk schade toebrengen aan mechanische componenten in het systeem. De frequentieomvormer heeft 4 programmeerbare bypassfrequentiebandbreedtes. Deze stellen de motor in staat om toerentallen die systeemresonantie opwekken, over te slaan.

### 2.6.9 Voorverwarming van de motor

Om een motor in een koude of vochtige omgeving voor te verwarmen, kan continu een kleine hoeveelheid DC-stroom naar de motor worden gevoerd om deze te beschermen tegen condensatie en een koude start. Hierdoor is mogelijk geen verwarmingstoestel meer nodig.

### 2.6.10 Vier programmeerbare setups

De frequentieomvormer heeft 4 setups die afzonderlijk kunnen worden geprogrammeerd. Via de optie *Multi setup* is het mogelijk om via digitale ingangen of via seriële commando's te schakelen tussen afzonderlijk geprogrammeerde functies. Afzonderlijke setups worden bijvoorbeeld gebruikt om referenties te wijzigen, of voor dag-/nachtbedrijf of zomer-/winterbedrijf, of om meerdere motoren te regelen. De actieve setup wordt weergegeven op het LCP.

Setupgegevens kunnen van de ene frequentieomvormer naar een andere worden overgezet door de gegevens te downloaden vanuit het afneembare LCP.

### 2.6.11 Dynamisch remmen

Dynamische remmen vindt plaats door middel van:

- **Weerstandrem**  
Een rem-IGBT zorgt ervoor dat de overspanning onder een bepaalde drempel blijft door de remenergie van de motor af te voeren naar de aangesloten remweerstand (*2-10 Remfunctie = [1]*).
- **AC-rem**  
De remenergie wordt verdeeld in de motor door de verliescondities in de motor te wijzigen. De AC-remfunctie kan niet worden gebruikt in toepassingen met een hoge wisselfrequentie omdat dit leidt tot oververhitting van de motor (*2-10 Remfunctie = [2]*).

## 2.6.12 Gelijkstroomrem

Voor sommige toepassingen kan het nodig zijn om een motor te remmen om deze te vertragen of tot stilstand te brengen. Door de motor te voorzien van DC-stroom remt de motor, waardoor het gebruik van een afzonderlijke motorrem mogelijk overbodig is. U kunt DC-remmen instellen om in te schakelen bij een vooraf bepaalde frequentie of na ontvangst van een signaal. U kunt ook de remtijd programmeren.

## 2.6.13 Slaapmodus

De slaapmodus stopt de motor automatisch wanneer de vraag te laag is gedurende een gespecificeerde tijd. Wanneer de systeemvraag toeneemt, start de frequentieomvormer de motor weer. De slaapmodus bespaart energie en beperkt motorslijtage. De frequentieomvormer is altijd beschikbaar voor bedrijf wanneer de ingestelde reactiveringsvraag wordt bereikt, wat niet het geval is bij gebruik van een vaste verlagingperiode.

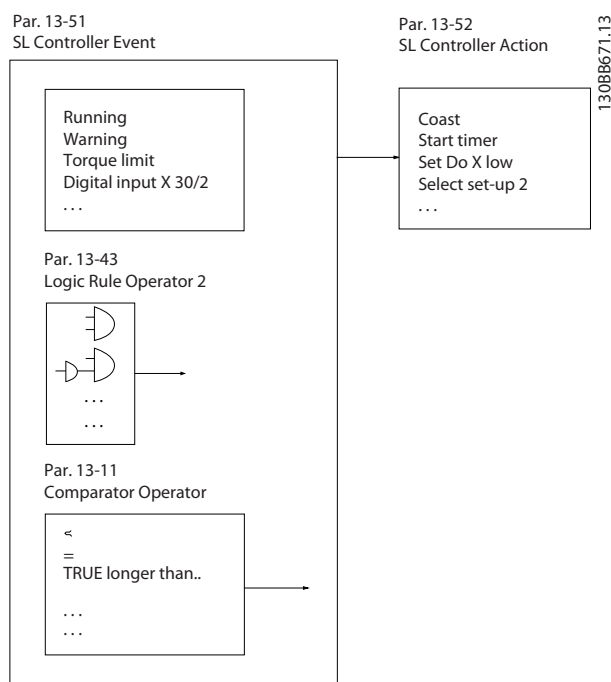
## 2.6.14 Startvoorwaarde

De frequentieomvormer kan wachten op een extern signaal *systeem gereed* voordat hij start. Wanneer deze functie actief is, blijft de frequentieomvormer gestopt totdat hij toestemming krijgt om te starten. Startvoorwaarde zorgt ervoor dat het systeem of de hulpapparatuur de juiste status heeft voordat de frequentieomvormer toestemming krijgt om de motor te starten.

## 2.6.15 Smart Logic Control (SLC)

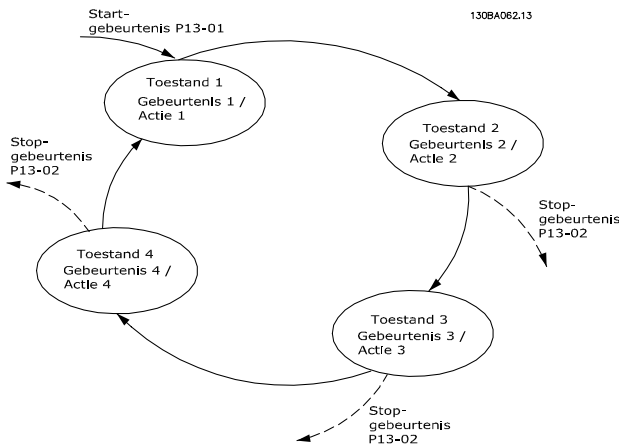
Smart Logic Control (SLC) is een reeks van gebruikersgedefinieerde acties (zie 13-52 *SL-controlleractie* [x]) die door de SLC wordt uitgevoerd als de bijbehorende gebruikersgedefinieerde gebeurtenis (zie 13-51 *SL Controller Event* [x]) door de SLC wordt geëvalueerd als TRUE.

De voorwaarde voor een gebeurtenis kan een bepaalde status zijn of een logische regel of comparator-operand die het resultaat TRUE oplevert. Dit leidt tot een bijbehorende actie, zoals aangegeven in *Afbeelding 2.19*.



Afbeelding 2.19 SLC-gebeurtenis en -actie

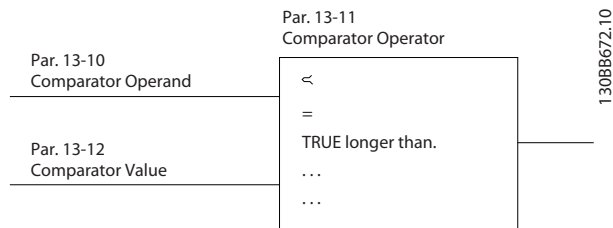
Gebeurtenissen en acties zijn genummerd en in paren (toestanden) aan elkaar gekoppeld. Dit betekent dat *actie* [0] wordt uitgevoerd wanneer *gebeurtenis* [0] plaatsvindt (de waarde TRUE krijgt). Hierna worden de omstandigheden van *gebeurtenis* [1] geëvalueerd en bij de evaluatie TRUE wordt *actie* [1] uitgevoerd, enzovoort. Er wordt steeds slechts één *gebeurtenis* geëvalueerd. Als een *gebeurtenis* wordt geëvalueerd als FALSE gebeurt er niets (in de SLC) tijdens het huidige scaninterval en worden er geen andere *gebeurtenissen* geëvalueerd. Dit betekent dat bij het starten van de SLC *gebeurtenis* [0] (en enkel *gebeurtenis* [0]) tijdens elk scaninterval wordt geëvalueerd. Alleen wanneer *gebeurtenis* [0] als TRUE wordt geëvalueerd, voert de SLC *actie* [0] uit en begint hij met het evalueren van *gebeurtenis* [1]. Er kunnen 1 tot 20 *gebeurtenissen* en *acties* worden geprogrammeerd. Nadat de laatste *gebeurtenis/actie* is geëvalueerd, begint de cyclus opnieuw vanaf *gebeurtenis* [0]/*actie* [0]. *Afbeelding 2.20* toont een voorbeeld met 4 gebeurtenissen/acties:



Afbeelding 2.20 Volgorde van uitvoering wanneer 4 gebeurtenissen/acties zijn geprogrammeerd

**Comparatoren**

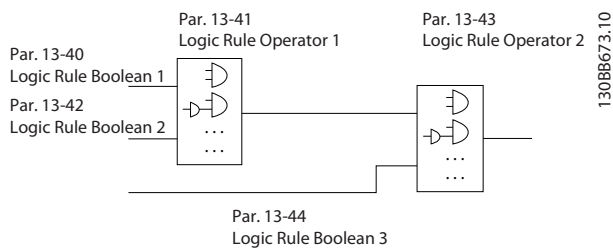
Comparatoren worden gebruikt om continue variabelen (uitgangsfrequentie, uitgangsstroom, analoge ingang enz.) te vergelijken met vast ingestelde waarden.



Afbeelding 2.21 Comparatoren

**Logische regels**

Combineer maximaal 3 booleaanse ingangen (TRUE/FALSE-ingangen) van timers, comparatoren, digitale ingangen, statusbits en gebeurtenissen die de logische operatoren AND, OR en NOT gebruiken.



Afbeelding 2.22 Logische regels

De logische regels, timers en comparatoren zijn ook beschikbaar voor gebruik buiten de SLC-reeks.

Zie hoofdstuk 4.3 Voorbeelden toepassingssetup voor een voorbeeld van SLC.3

**2.6.16 STO-functie**

De frequentieomvormer is leverbaar met STO-functiona-liteit via stuurklem 37. STO schakelt de stuurspanning uit van de vermogenshalfgeleiders van de eindtrap van de frequentieomvormer. Dit voorkomt dat de spanning wordt gegenereerd die nodig is om de motor te laten draaien. Wanneer STO (klem 37) wordt geactiveerd, genereert de frequentieomvormer een alarm en schakelt de eenheid uit (trip), waarbij de motor vrijloopt tot stop. Een handmatige herstart is vereist. De STO-functie is te gebruiken als noodstop voor de frequentieomvormer. Gebruik de normale stopfunctie in de normale bedrijfsmodus, wanneer de STO-functie niet is vereist. Bij gebruik van een automa-tische herstart moet u ervoor zorgen dat wordt voldaan aan de vereisten van ISO 12100-2 paragraaf 5.3.2.5.

**Aansprakelijkheidsbepalingen**

Het is de verantwoordelijkheid van de gebruiker om ervoor te zorgen dat het personeel dat de STO-functie installeert en bedient:

- de veiligheidsvoorschriften ten aanzien van veiligheid, gezondheid en ongevallenpreventie heeft doorgelezen en begrepen;
- beschikt over een goede kennis van de algemene en veiligheidsnormen die van toepassing zijn op de specifieke toepassing.

Onder gebruiker wordt het volgende verstaan:

- Integrator
- Operator
- Servicemonteur
- Onderhoudsmonteur

**Normen**

Voor het gebruik van de STO-functie op klem 37 is het noodzakelijk dat de gebruiker voldoet aan alle veiligheids-bepalingen, inclusief de relevante wetten, voorschriften en richtlijnen. De optionele STO-functie voldoet aan de volgende normen:

- EN 954-1: 1996 Categorie 3
- IEC 60204-1: 2005 categorie 0 – ongeregelde stop
- IEC 61508: 1998 SIL2
- IEC 61800-5-2: 2007 – STO-functie
- IEC 62061: 2005 SIL CL2
- ISO 13849-1: 2006 Categorie 3 PL d
- ISO 14118: 2000 (EN 1037) – voorkoming van een onbedoelde start

De hier verstrekte informatie en instructies zijn niet voldoende voor een juist en veilig gebruik van de STO-functie. Zie de VLT® Safe Torque Off Operating Instructions voor volledige informatie over STO.

## Beschermende maatregelen

- Veiligheidssystemen mogen uitsluitend worden geïnstalleerd en in bedrijf worden gesteld door gekwalificeerd en bekwaam personeel.
- De eenheid moet worden geïnstalleerd in een IP 54-behuizing of vergelijkbare omgeving. Voor speciale toepassingen is een hogere IP-klasse vereist.
- De kabel tussen klem 37 en de externe beveiliging moet zijn beveiligd tegen kortsluiting overeenkomstig ISO 13849-2 tabel D.4.
- Wanneer externe krachten invloed uitoefenen op de motoras (bijv. zwevende lasten) moeten extra maatregelen worden getroffen (bijv. een veiligheidshoudrem) om gevaren te elimineren.

## 2.7 Fout-, waarschuwings- en alarmfuncties

De frequentieomvormer bewaakt veel aspecten van de systeemwerking, waaronder netcondities, motorbelasting en prestaties, maar ook de status van de frequentieomvormer. Een alarm of waarschuwing hoeft niet altijd te wijzen op een probleem met de frequentieomvormer zelf. Het kan ook een conditie buiten de frequentieomvormer zijn die wordt bewaakt op prestatielimieten. De frequentieomvormer beschikt over diverse voorgeprogrammeerde reacties op fouten, waarschuwingen en alarmen. Selecteer extra alarm- en waarschuwingfuncties om de systeemprestaties te verbeteren of aan te passen.

Deze sectie beschrijft gangbare alarm- en waarschuwingfuncties. Het besef dat deze functies beschikbaar zijn, kan het systeemontwerp helpen optimaliseren en mogelijk de toevoeging van overbodige componenten of functionaliteit voorkomen.

### 2.7.1 Werking bij overtemperatuur

De frequentieomvormer genereert standaard een alarm en uitschakeling (trip) bij overtemperatuur. Als *Autoreductie en waarschuwing* is geselecteerd, zal de frequentieomvormer een waarschuwing geven over de conditie. Hij blijft echter wel in bedrijf en probeert zichzelf te koelen door eerst zijn schakelfrequentie te verlagen. Zo nodig zal hij vervolgens de uitgangsfrequentie verlagen.

Autoreductie vormt geen vervanging voor de gebruikersinstellingen voor reductie wegens de omgevingstemperatuur (zie *hoofdstuk 5.3 Reductie wegens omgevingstemperatuur*).

### 2.7.2 Waarschuwing bij hoge en lage referentie

Bij een regeling zonder terugkoppeling wordt het toerental van de frequentieomvormer rechtstreeks geregeld door een referentiesignaal. Op het display wordt een

knipperende waarschuwing wegens hoge of lage referentie weergegeven wanneer het geprogrammeerde maximum of minimum is bereikt.

### 2.7.3 Waarschuwing bij hoge en lage terugkoppeling

Bij een regeling met terugkoppeling worden de geselecteerde waarden voor hoge en lage terugkoppeling bewaakt door de frequentieomvormer. Op het display wordt in voorkomende gevallen een knipperende waarschuwing wegens een hoge dan wel lage waarde weergegeven. De frequentieomvormer kan ook bij een regeling zonder terugkoppeling terugkoppelingssignalen bewaken. Hoewel de signalen niet van invloed zijn op de werking van de frequentieomvormer in een regeling zonder terugkoppeling, kunnen ze wel nuttig zijn om lokaal of via seriële communicatie een indicatie van de systeemstatus te geven. De frequentieomvormer verwerkt 39 verschillende meeteenheden.

### 2.7.4 Onbalans fase of faseverlies

Overmatige rimpelstroom in de DC-bus duidt op onbalans van de netfase of faseverlies. Wanneer een voedingsfase naar de frequentieomvormer ontbreekt, wordt standaard een alarm gegenereerd en wordt de eenheid uitgeschakeld (trip) om de DC-buscondensatoren te beschermen. Andere opties zijn het genereren van een waarschuwing plus het verlagen van de uitgangsstroom tot 30% van de maximale stroom of het genereren van een waarschuwing terwijl normaal bedrijf wordt voortgezet. Het in bedrijf houden van een eenheid die op een niet-gebalanceerde lijn is aangesloten, kan wenselijk zijn totdat de onbalans is gecorrigeerd.

### 2.7.5 Waarschuwing bij hoge frequentie

Nuttig bij het gefaseerd inschakelen van aanvullende apparatuur zoals pompen of koelventilatoren, omdat de frequentieomvormer warm kan worden bij een hoog motortoerental. In de frequentieomvormer kan een specifieke hoge frequentie worden ingesteld. Als de uitgangsfrequentie hoger wordt dan de ingestelde waarschuwingfrequentie, geeft de eenheid een waarschuwing wegens hoge frequentie weer. Een digitale uitgang van de frequentieomvormer kan een signaal naar externe apparatuur sturen zodat deze gefaseerd wordt ingeschakeld.

### 2.7.6 Waarschuwing bij lage frequentie

De frequentieomvormer kan waarschuwen bij een laag motortoerental, wat nuttig is bij het gefaseerd uitschakelen van aanvullende apparatuur. Het is mogelijk om een specifieke lage frequentie in te stellen waarbij een

waarschuwing moet worden gegenereerd en een extern apparaat moet worden uitgeschakeld. De eenheid zal geen waarschuwing wegens lage frequentie genereren wanneer hij wordt gestopt en ook niet bij het opstarten. Na het opstarten kan een waarschuwing pas worden gegenereerd nadat de bedrijfsfrequentie is bereikt.

### 2.7.7 Waarschuwing wegens hoge stroom

Deze functie is vergelijkbaar met de waarschuwing bij hoge frequentie, behalve dan dat er nu een hoge stroom wordt ingesteld waarbij een waarschuwing moet worden gegenereerd en gefaseerd aanvullende apparatuur moet worden ingeschakeld. De functie is niet actief bij stoppen of bij het opstarten. De functie wordt na het opstarten pas actief nadat de ingestelde bedrijfsstroom is bereikt.

### 2.7.8 Waarschuwing bij lage stroom

Deze functie is vergelijkbaar met de waarschuwing bij lage frequentie (zie hoofdstuk 2.7.6 *Waarschuwing bij lage frequentie*), behalve dan dat er nu een lage stroom wordt ingesteld waarbij een waarschuwing moet worden gegenereerd en aanvullende apparatuur moet worden uitgeschakeld. De functie is niet actief bij stoppen of bij het opstarten. De functie wordt na het opstarten pas actief nadat de ingestelde bedrijfsstroom is bereikt.

### 2.7.9 Waarschuwing bij geen belasting/defecte band

Deze functie kan worden gebruikt voor het bewaken van een situatie zonder belasting, bijvoorbeeld bij een V-riem. Als in de frequentieomvormer een lage stroomgrens is ingesteld, kan de frequentieomvormer worden geprogrammeerd om een alarm te genereren en de eenheid uit te schakelen of om in bedrijf te blijven en een waarschuwing te genereren wanneer verlies van de belasting wordt gedetecteerd.

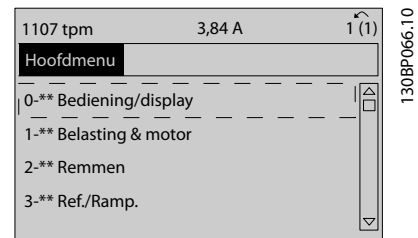
### 2.7.10 Verbroken seriële interface

De frequentieomvormer kan het verlies van seriële communicatie detecteren. Het is mogelijk om een vertragingstijd van maximaal 99 s in te stellen om te voorkomen dat wordt gereageerd op onderbrekingen op de seriële-communicatiebus. Wanneer de vertragingstijd is verstreken, kan de eenheid onder meer de volgende opties uitvoeren:

- het laatste toerental handhaven;
- naar het maximale toerental gaan;
- naar een vooraf ingesteld toerental gaan;
- stoppen en een waarschuwing genereren.

## 2.8 Gebruikersinterface en programmering

De frequentieomvormer gebruikt parameters voor het programmeren van de toepassingsfuncties. Parameters bieden een beschrijving van een functie en een menu met selecteerbare opties of opties voor het invoeren van numerieke waarden. *Afbeelding 2.23* toont een voorbeeld van een programmeringsmenu.



Afbeelding 2.23 Voorbeeld van programmeringsmenu

#### Lokale gebruikersinterface

Voor lokale programmering zijn parameters toegankelijk via de toetsen [Quick Menu] of [Main Menu] op het LCP.

Het snelmenu is bedoeld om de frequentieomvormer voor te bereiden op de eerste inschakeling en voor het instellen van de motorkarakteristieken. Het hoofdmenu biedt toegang tot alle parameters en biedt geavanceerde toepassings-specifieke programmeeropties.

#### Externe gebruikersinterface

Voor externe programmering biedt Danfoss een softwareprogramma voor het aanmaken, opslaan en overzetten van programmeergegevens. Met behulp van de MCT 10 setupsoftware kan de gebruiker een pc aansluiten op de frequentieomvormer en de frequentieomvormer rechtstreeks programmeren zonder gebruik te hoeven maken van het LCP-toetsenbord. De programmering van de frequentieomvormer kan ook offline worden gedaan en op eenvoudige wijze op de frequentieomvormer worden gedownload. Het is mogelijk om het volledige profiel van de frequentieomvormer naar de pc te downloaden voor backup of analyse. Er zijn een USB-connector en RS485-klem beschikbaar om de pc aan te sluiten op de frequentieomvormer.

MCT 10 setupsoftware is gratis te downloaden via [www.VLT-software.com](http://www.VLT-software.com). U kunt ook een cd met de software bestellen met behulp van onderdeelnummer 130B1000. De gebruikershandleiding bevat uitgebreide bedieningsinstructies. Zie ook hoofdstuk 2.8.2 *Pc-software*.

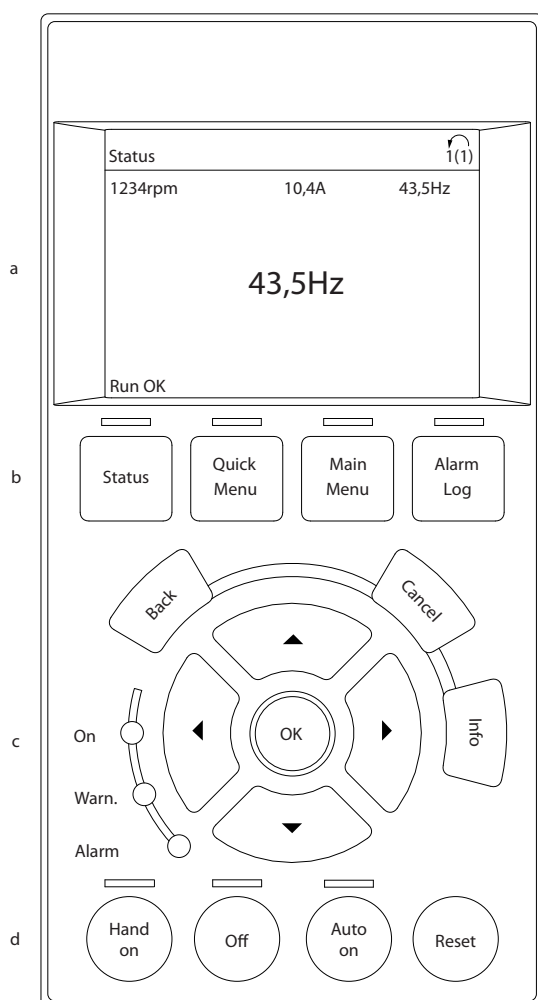
#### Stuurklemmen programmeren

- Voor elke klem zijn specifieke functies beschikbaar die door de klem kunnen worden uitgevoerd.
- Functies worden ingeschakeld via de parameters die aan de klem zijn gekoppeld.

- Voor een juiste werking van de frequentieomvormer moeten de klemmen:
  - correct worden bedraad;
  - worden geprogrammeerd voor de gewenste functie.

## 2.8.1 Lokaal bedieningspaneel

Het lokale bedieningspaneel (LCP) is een grafisch display aan de voorzijde van de eenheid en voorziet in de gebruikersinterface door middel van druktoetsen en toont statusmeldingen, waarschuwingen en alarmen, parameters voor programmering en meer. Er is een numeriek display beschikbaar, met beperkte displayopties. *Afbeelding 2.24* toont het LCP.



Afbeelding 2.24 Lokaal bedieningspaneel

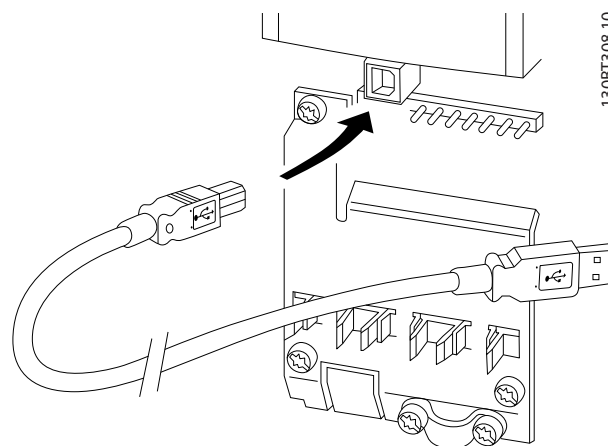
## 2.8.2 Pc-software

De pc wordt aangesloten via een standaard USB-kabel (host/apparaat) of via de RS485-interface.

USB is een seriële bus die gebruikmaakt van 4 afgeschermdedraden, waarbij pen 4 (aarde) is verbonden met de afscherming in de USB-poort van de pc. Als de pc via een USB-kabel wordt aangesloten op een frequentieomvormer, bestaat er een risico op beschadiging van de USB-hostcontroller in de pc. Alle standaard pc's worden geproduceerd zonder galvanische scheiding in de USB-poort.

Een verschil in aardpotentiala dat wordt veroorzaakt door het niet opvolgen van de aanbevelingen in de *bedieningshandleiding*, kan leiden tot beschadiging van de USB-hostcontroller via de afscherming van de USB-kabel.

Het wordt aangeraden om een USB-isolator met galvanische scheiding te gebruiken om de USB-hostcontroller in de pc te beschermen tegen verschillen in aardpotentiala op het moment dat de pc via een USB-kabel wordt aangesloten op de frequentieomvormer. Gebruik geen pc-voedingskabel met een geaarde stekker wanneer de pc via een USB-kabel wordt aangesloten op de pc. Deze beperkt het verschil in aardpotentiala maar elimineert niet alle potentiaalverschillen, vanwege de aardverbinding en afscherming in de USB-poort van de pc.



Afbeelding 2.25 USB-aansluiting

### 2.8.2.1 MCT 10 setupsoftware

De MCT 10 setupsoftware is bedoeld voor inbedrijfstelling en onderhoud van de frequentieomvormer, inclusief geleide programmering van de cascaderelgelaar, de reallimeklok, de Smart Logic Controller en preventief onderhoud.

Deze software biedt u eenvoudige controle over de details en een algemeen overzicht van systemen, groot of klein. Het programma kan werken met alle frequentieomvormer-series, VLT® AAF-filters en VLT® Softstarter-gerelateerde data.

**Voorbeeld 1: Gegevens in de pc opslaan met behulp van MCT 10 setupsoftware**

1. Sluit een pc via een USB-poort of de RS485-interface aan op de eenheid.
2. Start de MCT 10 setupsoftware.
3. Selecteer de USB-poort of de RS485-interface.
4. Selecteer *copy*.
5. Selecteer het gedeelte *project*.
6. Selecteer *paste*.
7. Selecteer *save as*.

Alle parameters zijn nu opgeslagen.

**Voorbeeld 2: Gegevens overzetten van LCP naar frequentieomvormer met behulp van MCT 10 setupsoftware**

1. Sluit een pc via een USB-poort of de RS485-interface aan op de eenheid.
2. Start de MCT 10 setupsoftware.
3. Selecteer *Open* – de opgeslagen bestanden worden getoond.
4. Open het relevante bestand.
5. Selecteer *Write to drive*.

Alle parameters worden nu overgezet naar de frequentieomvormer.

Er is een aparte handleiding beschikbaar voor de MCT 10 setupsoftware. Download de software en de handleiding op [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software/redownload/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software/redownload/).

**2.8.2.2 VLT® Motion Control Tool MCT 31**

De MCT 31 harmonischencalculator voor de pc vereenvoudigt het schatten van de harmonische vervorming in een bepaalde toepassing. De harmonische vervorming van zowel Danfoss-frequentieomvormers als frequentieomvormers van andere fabrikanten dan Danfoss met aanvullende hulpmiddelen voor harmonischenreductie, zoals Danfoss AHF-filters en 12-18-pulsgelijkrichters, kunnen worden berekend.

MCT 31 is ook te downloaden via [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software/download/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software/download/).

**2.8.2.3 Harmonic Calculation Software (HCS)**

HCS is een geavanceerde versie van de harmonischencalculator. De berekende resultaten worden vergeleken met relevante normen en kunnen vervolgens worden afgedrukt.

Ga voor meer informatie naar [www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START](http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START)

**2.9 Onderhoud**

Danfoss-frequentieomvormermodellen tot 90 kW zijn onderhoudsvrij. High Power-frequentieomvormers (met een nominaal vermogen van 110 kW of hoger) hebben ingebouwde filtermatten die door de gebruiker periodiek moeten worden gereinigd, afhankelijk van de mate waarin ze worden blootgesteld aan stof en verontreinigende stoffen. In de meeste omgevingen worden de volgende onderhoudsintervallen aanbevolen: circa 3 jaar voor koelventilatoren en circa 5 jaar voor condensatoren.

**2.9.1 Opslag**

Net als alle elektronische apparatuur moeten frequentieomvormers worden opgeslagen op een droge locatie. Periodiek formeren (laden van de condensator) is niet nodig tijdens opslag.

Het wordt aanbevolen om de apparatuur in de afgedichte verpakking te laten tot aan de installatie.



## 3 Systeemintegratie

Dit hoofdstuk beschrijft de afwegingen die moeten worden gemaakt bij integratie van de frequentieomvormer in een systeemontwerp. Het hoofdstuk is opgedeeld in de volgende secties:

- *Hoofdstuk 3.1 Omgevingscondities tijdens bedrijf*  
De omgevingscondities voor de frequentieomvormer tijdens bedrijf hebben betrekking op de omgeving, behuizingen, temperatuur, reductie en andere aandachtspunten.
- *Hoofdstuk 3.3 Netintegratie*  
Input naar de frequentieomvormer vanaf de netzijde, waaronder vermogen, harmonischen, bewaking, bekabeling, zekeringen en andere aandachtspunten.
- *Hoofdstuk 3.2 EMC, harmonischen en aardlekbeveiliging*  
Input (regeneratie) vanaf de frequentieomvormer naar het stroomnet, waaronder vermogen, harmonischen, bewaking en andere aandachtspunten.
- *Hoofdstuk 3.4 Motorintegratie*  
Output vanaf de frequentieomvormer naar de motor, waaronder motortypen, belasting, bewaking, bekabeling en andere aandachtspunten.
- *Hoofdstuk 3.5 Extra ingangen en uitgangen, Hoofdstuk 3.6 Mechanische planning*  
Integratie van de frequentieomvormerinput en -output voor optimaal systeemontwerp, waaronder afstemming van frequentieomvormer en motor, systeemkarakteristieken en andere aandachtspunten.

Een alomvattend systeemontwerp anticipeert op mogelijke probleemgebieden bij het implementeren van de effectiefste combinatie van omvormerfuncties. Onderstaande informatie biedt richtlijnen voor het plannen en specificeren van een motorregelsysteem met frequentieomvormers.

Operationele functies voorzien in uiteenlopende ontwerpconcepten, van een eenvoudige motortoerentalregeling tot een volledig geïntegreerd automatiseringssysteem met afhandeling van terugkoppelingen, signalering van de bedrijfsstatus, geautomatiseerde reacties op fouten, externe programmering, en meer.

Een volledig ontwerpconcept houdt rekening met uitgebreide specificatie van behoeften en gebruik.

- Type frequentieomvormers
- Motoren
- Netvereisten
- Regelstructuur en programmering
- Seriële communicatie
- Maat, vorm en gewicht van apparatuur
- Vereisten voor voedings- en stuurkabels; type en lengte
- Zekeringen
- Hulpapparatuur
- Transport en opslag

Zie *hoofdstuk 3.9 Checklist systeemontwerp* voor een praktische gids voor selectie en ontwerp.

Inzicht in functies en strategieopties kan het systeemontwerp helpen optimaliseren en mogelijk de toevoeging van overbodige componenten of functionaliteit voorkomen.

### 3.1 Omgevingscondities tijdens bedrijf

#### 3.1.1 Vochtigheid

Hoewel de frequentieomvormer correct kan werken bij een hoge vochtigheidsgraad (tot 95% relatieve vochtigheid), moet u condensatie vermijden. Het risico op condensatie is met name aanwezig wanneer de frequentieomvormer kouder is dan de vochtige omgevingslucht. Vocht in de lucht kan ook condenseren op de elektronische componenten en kortsluiting veroorzaken. Condensatie treedt op in eenheden zonder voeding. We adviseren om kastverwarming te installeren wanneer condensvorming mogelijk is vanwege de omgevingscondities. Vermijd installatie in gebieden waar vorst kan optreden.

Een andere mogelijkheid is om de frequentieomvormer in de stand-bymodus te laten werken (waarbij de eenheid is aangesloten op het net). Dit verkleint de kans op condensatie. Zorg dat er voldoende vermogensdissipatie plaatsvindt om het circuit van de frequentieomvormer vrij van vocht te houden.

#### 3.1.2 Temperatuur

Voor alle frequentieomvormers zijn een minimale en maximale omgevingstemperatuur gespecificeerd. Het vermijden van extreme omgevingstemperaturen verlengt de levensduur van de apparatuur en optimaliseert de algehele systeembetrouwbaarheid. Volg de vermelde

aanbevelingen op voor optimale prestaties en een maximale levensduur van de apparatuur.

- Hoewel de frequentieomvormer kan werken bij temperaturen tot -10 °C, is een juiste werking bij nominale belasting enkel gegarandeerd bij temperaturen van 0 °C en hoger.
- Overschrijdt de maximumtemperatuur niet.
- De levensduur van elektronische componenten neemt met 50% af voor elke 10 °C bij gebruik boven de ontwerptemperatuur.
- Ook apparaten met een beschermingsklasse van IP 54, IP 55 of IP 66 moeten voldoen aan de gespecificeerde omgevingstemperatuurbereiken.
- Aanvullende klimaatregeling van de kast of installatieplek kan noodzakelijk zijn.

### 3.1.3 Koeling

Frequentieomvormers dissiperen vermogen in de vorm van warmte. Volg de volgende aanbevelingen voor effectieve koeling van de eenheid op.

- De maximale luchttemperatuur die de behuizing ingaat, mag nooit hoger zijn dan 40 °C (104 °F).
- De gemiddelde etmaaltemperatuur mag niet hoger zijn dan 35 °C (95 °F).
- Monteer de eenheid zodanig dat er voldoende luchtstroming mogelijk is om de koelribben te koelen. Zie *hoofdstuk 3.6.1 Vrije ruimte* voor de juiste vrije ruimte bij montage.
- Houd aan de voor- en achterzijde een minimale vrije ruimte aan voor luchtkoeling. Zie de *bedieningshandleiding* voor de exacte installatievereisten.

#### 3.1.3.1 Ventilatoren

De frequentieomvormer heeft ingebouwde ventilatoren om te zorgen voor optimale koeling. De hoofdventilator forceert de luchtstroom langs de koelribben op het koellichaam en koelt zo de interne lucht. Bij bepaalde vermogensklassen is dicht bij de stuurkaart een kleine secundaire ventilator gemonteerd, die ervoor zorgt dat de interne lucht circuleert, om warmteophoping te voorkomen.

De hoofdventilator wordt geregeld door de interne temperatuur in de frequentieomvormer en het toerental neemt geleidelijk toe met de temperatuur. Dit beperkt de ruis en verlaagt het energieverbruik wanneer de noodzaak laag is, en zorgt voor maximale koeling wanneer dit nodig is. De ventilatorbesturing kan via *14-52 Ventilatorreg.* worden aangepast aan elke toepassing, en biedt ook bescherming tegen de negatieve effecten van koelen in

koude klimaten. In geval van overtemperatuur in de frequentieomvormer worden de schakelfrequentie en het schakelpatroon gereduceerd. Zie *hoofdstuk 5.1 Reductie* voor meer informatie.

#### 3.1.3.2 Berekening van de vereiste luchtstroming voor het koelen van de frequentieomvormer

De luchtstroom die nodig is voor het koelen van de frequentieomvormer, of van meerdere frequentieomvormers in één kast, kan als volgt worden berekend:

1. Bepaal het vermogensverlies bij het maximale uitgangsvermogen voor alle frequentieomvormers aan de hand van de gegevenstabellen in *hoofdstuk 7 Specificaties*.
2. Tel hierbij de vermogensverlieswaarden op van alle frequentieomvormers die op hetzelfde moment kunnen werken. De totale som is de warmte Q die moet worden overgedragen. Vermenigvuldig het resultaat met de factor f, die te vinden is in *Tabel 3.1*. Voorbeeld: f = 3,1 m<sup>3</sup> x K/Wh op zeeniveau.
3. Bepaal de hoogste temperatuur van de lucht die de behuizing ingaat. Trek deze temperatuur af van de vereiste temperatuur in de behuizing, bijvoorbeeld 45 °C (113 °F).
4. Deel het totaal van stap 2 door het totaal van stap 3.

De berekening wordt uitgedrukt door de formule:

$$V = \frac{f \times Q}{T_i - T_A}$$

waarbij

V = luchtstroom in m<sup>3</sup>/h

f = factor in m<sup>3</sup> x K/Wh

Q = over te dragen warmte in W

T<sub>i</sub> = temperatuur in de behuizing in °C

T<sub>A</sub> = omgevingstemperatuur in °C

f = cp x ρ (soortelijke warmte van lucht x dichtheid van lucht)

#### **LET OP**

**Soortelijke warmte van lucht (cp) en dichtheid van lucht (ρ) zijn geen constanten, maar zijn afhankelijk van temperatuur, vochtigheidsgraad en atmosferische druk. Daarom zijn ze afhankelijk van de hoogte boven zeeniveau.**

Tabel 3.1 toont typische waarden van de factor  $f$ , berekend voor verschillende hoogtes.

Hoogte	Soortelijke warmte van lucht $c_p$	Dichtheid van lucht $\rho$	Factor $f$
[m]	[kJ/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·K/Wh]
0	0,9480	1,225	3,1
500	0,9348	1,167	3,3
1000	0,9250	1,112	3,5
1500	0,8954	1,058	3,8
2000	0,8728	1,006	4,1
2500	0,8551	0,9568	4,4
3000	0,8302	0,9091	4,8
3500	0,8065	0,8633	5,2

Tabel 3.1 Factor  $f$ , berekend voor verschillende hoogtes

### Voorbeeld

Wat is de vereiste luchtstroom voor het koelen van 2 frequentieomvormers (warmteverliezen 295 W en 1430 W) die gelijktijdig werken en die geïnstalleerd zijn in een behuizing met een temperatuurpiek van 37 °C?

1. De som van de warmteverliezen van beide frequentieomvormers is 1725 W.
2. Het vermenigvuldigen van 1725 W met 3,3 m<sup>3</sup> x K/Wh geeft 5693 m x K/h.
3. Het aftrekken van 37 °C van 45 °C geeft 8 °C (=8 K).
4. Het delen van 5693 m x K/h door 8 K geeft: 711,6 m<sup>3</sup>/h.

Om de luchtstroom in CFM uit te drukken, gebruikt u de conversie 1 m<sup>3</sup>/h = 0,589 CFM.

Voor bovenstaand voorbeeld: 711,6 m<sup>3</sup>/h = 418,85 CFM.

### 3.1.4 Door de motor gegenereerde overspanning

De DC-spanning in de tussenkring (DC-bus) neemt toe wanneer de motor als generator werkt. Dit kan gebeuren op 2 manieren:

- De belasting drijft de motor aan wanneer de frequentieomvormer werkt bij een constante uitgangsfrequentie. Dit wordt gewoonlijk aangeduid als een negatieve belasting.
- Als gedurende het vertragen het traagheidsmoment van de belasting hoog is en de vertragingstijd van de frequentieomvormer op een te lage waarde is ingesteld.

De frequentieomvormer kan de energie niet terugvoeren naar de ingang. Daarom begrenst hij de energie die van de motor wordt geaccepteerd, wanneer automatisch teruggegaan is ingeschakeld. De frequentieomvormer

probeert dit te doen door automatisch de uitlooptijd te verlengen als de overspanning optreedt tijdens het vertragen. Als dit niet lukt, of als de belasting de motor aandrijft terwijl hij bij een constante frequentie werkt, schakelt de frequentieomvormer uit en wordt een foutmelding gegenereerd wanneer een kritisch DC-busspanningsniveau is bereikt.

### 3.1.5 Akoestische ruis

De akoestische ruis van de frequentieomvormer is afkomstig uit 3 bronnen:

- DC-(tussenkring)spoelen
- RFI-filter (-spoel)
- Interne ventilatoren

Zie Tabel 7.60 voor de nominale waarden voor akoestische ruis.

### 3.1.6 Trillingen en schokken

De frequentieomvormer is getest volgens een procedure die is gebaseerd op IEC 68-2-6/34/35 en 36. Tijdens deze tests wordt de eenheid gedurende 2 uur blootgesteld aan krachten van 0,7 g, over het bereik van 18 tot 1000 Hz willekeurig, in 3 richtingen. Alle frequentieomvormers van Danfoss voldoen aan de vereisten die gelden wanneer de eenheid aan de wand of op de vloer is gemonteerd of in panelen die met bouten aan de wand of de vloer zijn bevestigd.

### 3.1.7 Agressieve omgevingen

#### 3.1.7.1 Gassen

Agressieve gassen, zoals waterstofsulfide, chloor of ammoniak, kunnen de elektrische en mechanische componenten van de frequentieomvormer beschadigen. Vervuiling van de koellucht kan op termijn ook PCB-sporen en deurafdichtingen aantasten. Agressieve verontreinigende stoffen zijn vaak aanwezig in afvalwaterzuiveringsinstallaties of zwembaden. Een duidelijk teken van een agressieve omgeving is gecorrodeerd koper.

In agressieve omgevingen wordt het gebruik van dichte IP-behuzingen aanbevolen, in combinatie met printplaten met vormvolgende coating. Zie Tabel 3.2 voor de waarden van vormvolgende coatings.

#### **LET OP**

De frequentieomvormer is standaard uitgevoerd met een klasse 3C2-coating. Een klasse 3C3-coating is op aanvraag leverbaar.

Type gas	Eenheid	Klasse				
		3C1	3C2		3C3	
			Gemiddelde waarde	Max. waarde <sup>1)</sup>	Gemiddelde waarde	Max. waarde <sup>1)</sup>
Zeezout	n.v.t.	Geen	Zoute nevel		Zoute nevel	
Zwaveloxiden	mg/m <sup>3</sup>	0,1	0,3	1,0	5,0	10
Waterstof sulfide	mg/m <sup>3</sup>	0,01	0,1	0,5	3,0	10
Chloor	mg/m <sup>3</sup>	0,01	0,1	0,03	0,3	1,0
Waterstofchloride	mg/m <sup>3</sup>	0,01	0,1	0,5	1,0	5,0
Waterstof fluoride	mg/m <sup>3</sup>	0,003	0,01	0,03	0,1	3,0
Ammoniak	mg/m <sup>3</sup>	0,3	1,0	3,0	10	35
Ozon	mg/m <sup>3</sup>	0,01	0,05	0,1	0,1	0,3
Stikstof	mg/m <sup>3</sup>	0,1	0,5	1,0	3,0	9,0

Tabel 3.2 Classificatie van vormvolgende coatings

<sup>1)</sup> De maximale waarden hebben betrekking op kortstondige piekwaarden gedurende maximaal 30 minuten per dag.

### 3.1.7.2 Blootstelling aan stof

Het installeren van frequentieomvormers in omgevingen met een hoge blootstelling aan stof is vaak onvermijdelijk. Stof is van invloed op wand- of framegemonteerde eenheden met beschermingsklasse IP 55 of IP 66, en tevens op in kasten gemonteerde apparaten met beschermingsklasse IP 21 of IP 20. Houd rekening met de in deze sectie beschreven 3 aspecten wanneer frequentieomvormers in dergelijke omgevingen worden geïnstalleerd.

#### Minder koeling

Stof creëert afzettingen op de buitenkant van het apparaat en intern op printplaten en de elektronische componenten. Deze afzettingen werken als een isolatielaag en belemmeren de warmteoverdracht naar de omgevingslucht, waardoor de koelcapaciteit afneemt. De componenten worden warmer. Dit veroorzaakt een snellere veroudering van de componenten, waardoor de levensduur van de eenheid wordt verkort. Stofafzettingen op het koellichaam achter in de eenheid verkorten eveneens de levensduur van de eenheid.

#### Koelventilatoren

De luchtstroom voor het koelen van de eenheid wordt geproduceerd door koelventilatoren, die zich gewoonlijk aan de achterzijde van het apparaat bevinden. De ventilatorrotors bevatten kleine lagers waarin stof kan binnendringen en als schuurmiddel kan fungeren. Dit resulteert in beschadiging van de lagers en uitval van de ventilator.

#### Filters

High Power-frequentieomvormers zijn uitgerust met koelventilatoren die warme lucht in de apparatuur naar buiten afvoeren. Vanaf bepaalde vermogensklassen zijn deze ventilatoren uitgerust met filtermatten. Deze filters kunnen bij gebruik in stoffige omgevingen snel verstopt raken. In dergelijke situaties moeten voorzorgsmaatregelen worden getroffen.

#### Periodiek onderhoud

In de bovenstaande situaties verdient het aanbeveling om de frequentieomvormer tijdens het periodieke onderhoud te reinigen. Verwijder stof van het koellichaam en de ventilatoren en reinig de filtermatten.

### 3.1.7.3 Explosiegevaarlijke omgevingen

Systemen in explosiegevaarlijke omgevingen moeten aan speciale voorwaarden voldoen. EU-richtlijn 94/9/EG beschrijft het gebruik van elektronische apparatuur in explosiegevaarlijke omgevingen.

Bij motoren die door frequentieomvormers worden geregeld in explosiegevaarlijke omgevingen, moet de temperatuur worden bewaakt met behulp van een PTC-temperatuursensor. Motoren met ontstekingsbeveiligingsklasse d of e zijn goedgekeurd voor een dergelijke omgeving.

- De d-classificatie houdt in dat vonken die mogelijk ontstaan, binnen een beschermd gebied worden gehouden. Hoewel geen speciale goedkeuring nodig is, zijn speciale bedrading en omkasting wel vereist.
- De combinatie d/e komt het vaakst voor in explosiegevaarlijke omgevingen. De motor zelf biedt een ontstekingsbescherming volgens klasse d, terwijl de motorbedrading en de aansluitomgeving voldoen aan de e-classificatie. De beperking op de e-aansluitingsruimte behelst de maximale spanning die in deze ruimte is toegestaan. De uitgangsspanning van een frequentieomvormer is gewoonlijk begrensd op de netspanning. De modulatie van de uitgangsspanning kan voor klasse e ongeoorloofde hoge piekspanningen produceren. In de praktijk is het gebruik van een sinusfilter bij de uitgang van de frequentieomvormer een effectief middel gebleken om de hoge piekspanning af te zwakken.

#### LET OP

Installeer een frequentieomvormer niet in een explosiegevaarlijke omgeving. Installeer de frequentieomvormer in een kast buiten deze zone. Het gebruik van een sinusfilter bij de uitgang van de frequentieomvormer wordt ook aanbevolen om de dU/dt-spanningsverhoging af te zwakken. Houd de motorkabels zo kort mogelijk.

**LET OP**

Frequentieomvormers met de MCB 112-optie zijn uitgerust met PTB-gecertificeerde thermistorsensorbewaking voor explosiegevaarlijke omgevingen. Afgeschermd motorkabels zijn niet nodig wanneer frequentieomvormers zijn uitgerust met sinusfilters op de uitgang.

## 3.1.8 Definities IP-klassen

		Tegen binnendringing van vaste vreemde voorwerpen	Tegen toegang tot gevaarlijke delen door
Eerste cijfer	0	(geen bescherming)	(geen bescherming)
	1	Diameter $\geq 50$ mm	Rug van hand
	2	Diameter van 12,5 mm	Vinger
	3	Diameter van 2,5 mm	Gereedschap
	4	Diameter van $\geq 1,0$ mm	Draad
	5	Beschermd tegen stof	Draad
	6	Stofdicht	Draad
		Tegen binnendringing van water met schadelijke gevolgen	
Tweede cijfer	0	(geen bescherming)	
	1	Verticaal druppelend water	
	2	Druppelend water onder een hoek van $15^\circ$	
	3	Sproeiend water	
	4	Opspattend water	
	5	Waterstralen	
	6	Krachtige waterstralen	
	7	Korte onderdompeling	
		Aanvullende informatie speciaal voor	
Eerste letter	A		Rug van hand
	B		Vinger
	C		Gereedschap
	D		Draad
		Aanvullende informatie speciaal voor	
Extra letter	H	Hoogspanningsapparaat	
	M	Apparaat beweegt tijdens watertest	
	S	Apparaat stationair tijdens watertest	
	W	Weersomstandigheden	

Tabel 3.3 Definities IEC 60529 voor IP-klassen

## 3.1.8.1 Kastopties en IP-klasse

De frequentieomvormers van Danfoss zijn leverbaar met 3 verschillende beschermingsklassen:

- IP 00 of IP 20 voor installatie in een kast.
- IP 54 of IP 55 voor lokale montage.
- IP 66 voor kritische omgevingscondities, zoals een extreem hoge (lucht)vochtigheid of hoge concentraties stof of agressieve gassen.

## 3.1.9 Radiofrequente interferentie

Het belangrijkste doel in de praktijk is om een systeem te creëren dat stabiel werkt zonder radiofrequente interferentie tussen componenten. Om een hoog immunitieitsniveau te realiseren, wordt aangeraden om frequentieomvormers te gebruiken met hoogwaardige RFI-filters.

Gebruik filters van categorie C1, zoals gespecificeerd in EN 61800-3; deze voldoen aan de grenswaarden van klasse B van de algemene norm EN 55011.

Breng waarschuwingen op de frequentieomvormer aan als RFI-filters niet overeenkomen met categorie C1 (categorie C2 of lager). De verantwoordelijkheid voor een juiste markering berust bij de operator.

In de praktijk zijn er 2 benaderingswijzen voor RFI-filters:

- Geïntegreerd in de apparatuur
  - Geïntegreerde filters nemen ruimte in de kast in, maar besparen op extra kosten voor montage, bedrading en materiaal. Het belangrijkste voordeel is echter de perfecte EMC-conformiteit en de bekabeling van geïntegreerde filters.
- Externe opties
  - Optionele externe RFI-filters die op de ingang van de frequentieomvormer zijn geïnstalleerd, veroorzaken een spanningsval. In de praktijk betekent dit dat de maximale netspanning niet beschikbaar is op de ingang van de frequentieomvormer en dat het gebruik van een frequentieomvormer met een hoger vermogen nodig kan zijn. De maximale lengte van de motorkabel overeenkomstig de EMC-limieten bedraagt 1-50 m. Daarnaast moeten kosten worden gemaakt voor materiaal, bekabeling en montage. EMC-conformiteit wordt niet getest.

### LET OP

Om een werking van de frequentieomvormer zonder interferentie te waarborgen, moet u altijd een RFI-filter van categorie C1 gebruiken.

## 3

### LET OP

VLT® AQUA Drive-eenheden worden standaard geleverd met geïntegreerde RFI-filters die voldoen aan categorie C1 (EN 61800-3) voor gebruik met 400 V-netsystemen en vermogensklassen tot 90 kW of aan categorie C2 voor vermogensklassen van 110-630 kW. VLT® AQUA Drive-eenheden voldoen aan categorie C1 met afgeschermd motorkabels tot 50 m of aan categorie C2 met afgeschermd motorkabels tot 150 m. Zie *Tabel 3.4* voor meer informatie.

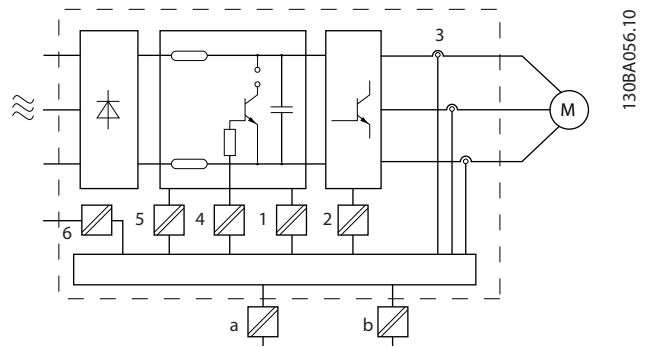
### 3.1.10 Conformiteit met PELV en galvanische scheiding

Zorg voor bescherming tegen elektrische schokken wanneer de elektrische voeding van het type extra lage spanning (PELV – Protective Extra Low Voltage) is en de installatie voldoet aan lokale en nationale PELV-voorschriften.

Om aan de PELV-eisen te voldoen, moet alle aansluitingen aan PELV voldoen. De thermistor moet bijvoorbeeld versterkt/dubbel geïsoleerd zijn. Alle stuurklemmen en relaisklemmen van Danfoss-frequentieomvormers voldoen aan de PELV-eisen, met uitzondering van geaarde driehoekschakelingen (één zijde geaard) boven 400 V.

(Gegarandeerde) galvanische scheiding wordt verkregen door te voldoen aan de eisen voor hogere isolatie en door de relevante kruip-/spelingafstanden in acht te nemen. Deze vereisten worden beschreven in de norm NEN-EN-IEC 61800-5-1.

Elektrische scheiding wordt geboden zoals aangegeven in *Afbeelding 3.1*. De genoemde componenten voldoen aan de vereisten van zowel PELV als galvanische scheiding.



1	Netvoeding (SMPS) inclusief scheiding van het V DC-signaal, dat de tussenkringspanning aangeeft
2	Gatedriver voor de IGBT's
3	Stroomtransductoren
4	Optische koppeling, remmodule
5	Interne aanloopstroom-, RFI- en temperatuurmeetcircuits.
6	Eigen relais
a	Galvanische scheiding voor de 24 V-backupoptie
b	Galvanische scheiding voor de RS485-standaardbusinterface

Afbeelding 3.1 Galvanische scheiding

### Installatie op grote hoogte

Installaties op hoogtes boven de limieten voor grote hoogte voldoen mogelijk niet aan de PELV-eisen. De scheiding tussen componenten en kritische delen is mogelijk onvoldoende. Er bestaat een kans op overspanning. Beperk de kans op overspanning door gebruik te maken van externe beschermende apparatuur of galvanische scheiding.

Neem voor installaties op grote hoogte contact op met Danfoss in verband met PELV-conformiteit.

- 380-500 V (behuizing A, B en C): boven 2000 m (6500 ft)
- 380-500 V (behuizing D, E en F): boven 3000 m (9800 ft)
- 525-690 V: boven 2000 m (6500 ft)

### 3.1.11 Opslag

Net als alle elektronische apparatuur moeten frequentieomvormers worden opgeslagen op een droge locatie. Periodiek formeren (laden van de condensator) is niet nodig tijdens opslag.

Het wordt aanbevolen om de apparatuur in de afgedichte verpakking te laten tot aan de installatie.

## 3.2 EMC, harmonischen en aardlekbeveiliging

### 3.2.1 Algemene aspecten van EMC-emissies

Frequentieomvormers (en andere elektrische apparaten) genereren elektronische of magnetische velden die storingen kunnen veroorzaken in de omgeving. De elektromagnetische compatibiliteit (EMC) van deze effecten hangt af van het vermogen en de harmonische kenmerken van de apparatuur.

Onbeheerste interactie tussen elektrische apparaten in een systeem kan de compatibiliteit aantasten en een betrouwbare werking verstoren. Interferentie kan optreden in de vorm van harmonische vervorming op het net, elektrostatische ontladingen, snelle spanningschommelingen of hoogfrequente interferentie. Elektrische apparaten genereren niet alleen interferentie, maar worden ook beïnvloed door interferentie van andere gegeneerde bronnen.

Elektrische verstoringen ontstaan meestal bij frequenties in het bereik van 150 kHz tot 30 MHz. Via de lucht verspreide interferentie van het frequentieomvormersysteem binnen een bereik van 30 MHz tot 1 GHz wordt gegenereerd door de omvormer, de motorkabel en de motor.

Capacitieve stromen in de motorkabel in combinatie met een hoge  $dU/dt$  van de motorspanning genereren lekstromen, zoals te zien is in *Afbeelding 3.2*.

Het gebruik van een afgeschermd motorkabel verhoogt de lekstroom (zie *Afbeelding 3.2*), omdat afgeschermd kabels een hogere capaciteit naar aarde hebben dan niet-afgeschermd kabels. Als de lekstroom niet wordt gefilterd, zal deze meer interferentie in het net veroorzaken in het frequentiebereik lager dan ongeveer 5 MHz. Omdat de lekstroom ( $I_1$ ) via de afscherming ( $I_3$ ) naar de eenheid wordt teruggevoerd, zal de afgeschermd motorkabel in principe slechts een klein elektromagnetisch veld ( $I_4$ ) opwekken, zoals te zien is in *Afbeelding 3.2*.

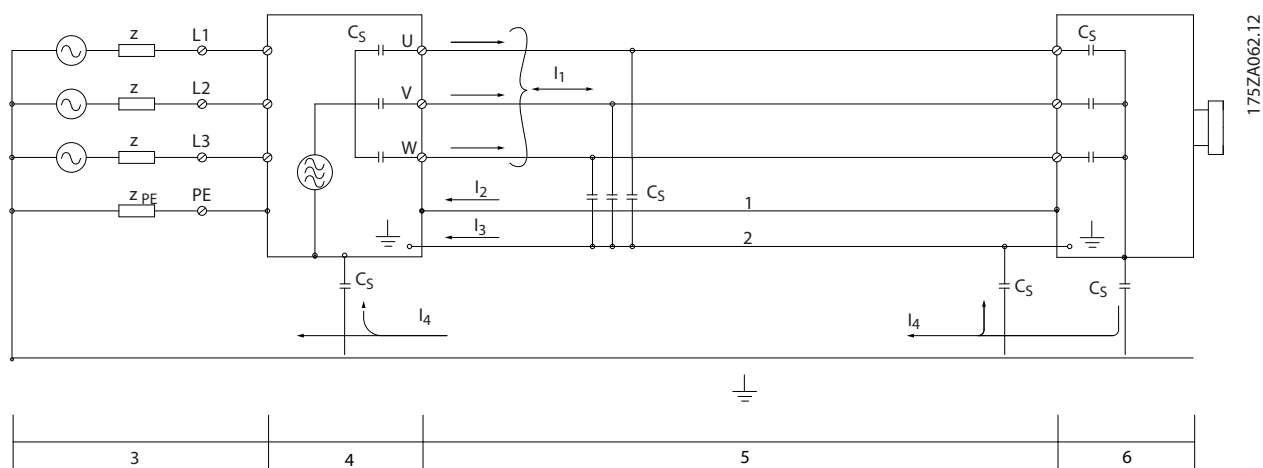
De afscherming vermindert de interferentie door straling, maar verhoogt de laagfrequentinterferentie op het net. Sluit de afscherming van de motorkabel aan op zowel de behuizing van de frequentieomvormer als de motorbehuizing. De beste manier om dit te doen, is door ingebouwde afschermingsklemmen te gebruiken om gedraaide uiteinden (pigtaills) te vermijden. Pigtaills verhogen de impedantie van de afscherming bij hogere frequenties, waardoor het effect van de afscherming afneemt en de lekstroom ( $I_4$ ) toeneemt.

Als voor relais, stuurkabel, signaalinterface en rem een afgeschermd kabel wordt gebruikt, moet u de afscherming aan beide uiteinden op de behuizing monteren. In enkele situaties zal het echter noodzakelijk zijn de afscherming te onderbreken om stroomlussen te vermijden.

Wanneer de afscherming op een montageplaat voor de frequentieomvormer moet worden geplaatst, moet deze montageplaat van metaal zijn, om de afschermstroom naar de eenheid terug te leiden. Zorg ook voor een goed elektrisch contact van de montageplaat, via de montagebouten, naar het chassis van de frequentieomvormer.

Bij gebruik van niet-afgeschermd kabels wordt niet voldaan aan bepaalde emissievereisten, hoewel er wel aan de meeste immuniteitsvereisten wordt voldaan.

Om het interferentieniveau van het totale systeem (eenheid + installatie) zo veel mogelijk te beperken, moet de bekabeling van de motor en remweerstand zo kort mogelijk zijn. Voorkom dat signaalgevoelige kabels naast motorkabels en remweerstandskabels worden geïnstalleerd. Radiostoring van meer dan 50 MHz (via de lucht) wordt met name gegenereerd door de besturings-elektronica.



1	Aarddraad	3	Netvoeding	5	Afgeschermd motorkabel
2	Afscherming	4	Frequentieomvormer	6	Motor

Afbeelding 3.2 Genereren van lekstromen

### 3.2.2 EMC-testresultaten

De volgende testresultaten zijn verkregen bij gebruik van een systeem met een frequentieomvormer, een afgeschermd stuurkabel, een besturingskast met potentiometer en een afgeschermd motorkabel (Ölflex Classic 100 CY), bij de nominale schakelfrequentie. Tabel 3.4 geeft de maximale motorkabellengtes voor conformiteit.

**LET OP**

De omstandigheden kunnen aanzienlijk variëren voor andere setups.

**LET OP**

Zie Tabel 3.17 voor parallelle motorkabels.



RFI-filtertype		Emissie via geleiding			Emissie via straling			
		Kabellengte [m]			Kabellengte [m]			
Normen en voorschriften	EN 55011	Klasse B	Klasse A Groep 1	Klasse A Groep 2	Klasse B	Klasse A Groep 1	Klasse A Groep 2	
		Woonhuizen, kantoren en lichte industrie	Industriële omgeving	Industriële omgeving	Woonhuizen, kantoren en lichte industrie	Industriële omgeving	Industriële omgeving	
	EN-IEC 61800-3	Categorie C1	Categorie C2	Categorie C3	Categorie C1	Categorie C2	Categorie C3	
		Eerste omgeving Woonhuizen en kantoren	Eerste omgeving Woonhuizen en kantoren	Tweede omgeving Industriel	Eerste omgeving Woonhuizen en kantoren	Eerste omgeving Woonhuizen en kantoren	Second environment Industrial	
<b>H1</b>								
FC 202	0,25-45 kW 200-240 V	T2	50	150	150	Nee	Ja	Ja
	1,1-7,5 kW 200-240 V	S2	50	100/150 <sup>5)</sup>	100/150 <sup>5)</sup>	Nee	Ja	Ja
	0,37-90 kW 380-480 V	T4	50	150	150	Nee	Ja	Ja
	7,5 kW 380-480 V	S4	50	100/150 <sup>5)</sup>	100/150 <sup>5)</sup>	Nee	Ja	Ja
<b>H2</b>								
FC 202	0,25-3,7 kW 200-240 V	T2	Nee	Nee	5	Nee	Nee	Nee
	5,5-45 kW 200-240 V	T2	Nee	Nee	25	Nee	Nee	Nee
	1,1-7,5 kW 200-240 V	S2	Nee	Nee	25	Nee	Nee	Nee
	0,37-7,5 kW 380-480 V	T4	Nee	Nee	5	Nee	Nee	Nee
	11-90 kW 380-380 V <sup>4)</sup>	T4	Nee	Nee	25	Nee	Nee	Nee
	7,5 kW 380-480 V	S4	Nee	Nee	25	Nee	Nee	Nee
	11-30 kW 525-690 V <sup>1,4)</sup>	T7	Nee	Nee	25	Nee	Nee	Nee
	37-90 kW 525-690 V <sup>2,4)</sup>	T7	Nee	Nee	25	Nee	Nee	Nee
<b>H3</b>								
FC 202	0,25-45 kW 200-240 V	T2	10	50	50	Nee	Ja	Ja
	0,37-90 kW 380-480 V	T4	10	50	50	Nee	Ja	Ja
<b>H4</b>								
FC 202	1,1-30 kW 525-690 V <sup>1)</sup>	T7	Nee	100	100	Nee	Ja	Ja
	37-90 kW 525-690 V <sup>2)</sup>	T7	Nee	150	150	Nee	Ja	Ja
<b>Hx<sup>1)</sup></b>								
FC 202	1,1-90 kW 525-600 V	T6	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
	15-22 kW 200-240 V	S2	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
	11-37 kW 380-480 V	S4	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee

**Tabel 3.4 EMC-testresultaten (emissie) Maximale lengte motorkabel**

1) Behuizingsgrootte B2.

2) Behuizingsgrootte C2.

3) Hx-versies kunnen worden gebruikt overeenkomstig EN-IEC 61800-3 categorie C4.

4) T7, 37-90 kW voldoet aan klasse A groep 1 met 25 m motorkabel. Er gelden bepaalde restricties voor de installatie (neem contact op met Danfoss voor meer informatie).

5) 100 m voor fase-nul, 150 m voor fase-fase (maar niet bij TT of TN). Eenfasige frequentieomvormers zijn niet bedoeld voor een 2-fasevoeding van een TT- of TN-netwerk.

HX, H1, H2, H3, H4 of H5 wordt gedefinieerd voor EMC-filters op pos. 16-17 in de typecode.

Hx – geen geïntegreerd EMC-filter in de frequentieomvormer.

H1 – geïntegreerd EMC-filter. Voldoet aan EN 55011 klasse A1/B en EN-IEC 61800-3 categorie 1/2.

H2 – een beperkt RFI-filter met enkel condensatoren en zonder een common-modespoel. Voldoet aan EN 55011 klasse A2 en EN-IEC 61800-3 categorie 3.

H3 – geïntegreerd EMC-filter. Voldoet aan EN 55011 klasse A1/B en EN-IEC 61800-3 categorie 1/2.

H4 – geïntegreerd EMC-filter. Voldoet aan EN 55011 klasse A1 en EN-IEC 61800-3 categorie 2.

H5 – maritieme versies. Verstevigde versie; voldoet aan dezelfde emissieniveaus als H2-versies.

### 3.2.3 Emissie-eisen

De EMC-productnorm voor frequentieomvormers definieert 4 categorieën (C1, C2, C3 en C4) met specifieke eisen voor emissie en immuniteit. *Tabel 3.5* geeft de definitie van de 4 categorieën en de corresponderende classificatie van EN 55011.

Categorie	Definitie	Corresponderende emissieklasse in EN 55011
C1	Frequentieomvormers geïnstalleerd in de eerste omgeving (woonhuizen en kantoren) met een voedingsspanning van minder dan 1000 V.	Klasse B
C2	Frequentieomvormers geïnstalleerd in de eerste omgeving (woonhuizen en kantoren) met een voedingsspanning van minder dan 1000 V die niet ingepluigd of verplaatst kunnen worden en die bedoeld zijn om geïnstalleerd en in bedrijf gesteld te worden door een vakman.	Klasse A groep 1
C3	Frequentieomvormers geïnstalleerd in de tweede omgeving (industriële) met een voedingsspanning van minder dan 1000 V.	Klasse A groep 2
C4	Frequentieomvormers geïnstalleerd in de tweede omgeving met een voedingsspanning van 1000 V of hoger of een nominale stroom van 400 A of hoger of bedoeld voor gebruik in complexe systemen.	Geen emissielimiet. Stel een EMC-plan op.

Tabel 3.5 Correlatie tussen IEC 61800-3 en EN 55011

Bij toepassing van de algemene emissienormen (m.b.t. geleide emissies) moeten de frequentieomvormers voldoen aan de limieten in *Tabel 3.6*.

Omgeving	Algemene emissie norm	Corresponderende emissieklasse in EN 55011
Eerste omgeving (woonhuizen en kantoren)	EN-IEC 61000-6-3 Emissienormen voor huishoudelijke, handels- en licht-industriële omgevingen.	Klasse B
Tweede omgeving (industriële omgeving)	EN-IEC 61000-6-4 Emissienorm voor industriële omgevingen.	Klasse A groep 1

Tabel 3.6 Correlatie tussen algemene emissienormen en EN 55011

### 3.2.4 Immuniteitseisen:

De immuniteitseisen voor frequentieomvormers hangen af van de omgeving waarin zij geïnstalleerd zijn. De eisen voor industriële omgevingen zijn zwaarder dan de eisen voor woon- en kantooromgevingen. Alle Danfoss-frequentieomvormers voldoen aan de eisen voor industriële omgevingen en voldoen hiermee automatisch aan de lagere eisen voor woon- en kantooromgevingen, met een hoge veiligheidsmarge.

Om de immuniteit voor elektrische interferentie te documenteren, zijn de volgende immuniteitstests uitgevoerd overeenkomstig de volgende basisnormen:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Elektrostatische ontladingen (ESD). Simulatie van de invloed van elektrostatisch geladen mensen.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Uitgestraalde, radiofrequente, elektromagnetische velden – Immuniteitsproef
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Snelle elektrische transiënten. Simulatie van interferentie veroorzaakt door het schakelen van een magneet-schakelaar, relais en dergelijke.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Stootspanningen. Simulatie van de transiënten veroorzaakt door bijvoorbeeld blikseminslag in de buurt van de installatie.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** RF common mode. Simulatie van het effect van radiozendapparatuur die verbonden is via aansluitkabels.

Zie *Tabel 3.7*.

Basisnorm	Snelle transiënten <sup>2)</sup> IEC 61000-4-4 <sup>2)</sup>	Stootspanningen <sup>2)</sup> IEC 61000-4-5	ESD <sup>2)</sup> IEC 61000-4-2	Straling van elektromagnetisch veld IEC 61000-4-3	RF common-modespanning IEC 61000-4-6
Aanvaardingscriterium	B	B	B	A	A
Spanningsbereik: 200-240 V, 380-500 V, 525-600 V, 525-690 V					
Lijn	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 Vrms
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Vrms
Rem	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Vrms
Loadsharing	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Vrms
Stuurdraden	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Vrms
Standaardbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Vrms
Relaisdraden	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Vrms
Toepassings- en veldbusopties	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Vrms
LCP-kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Vrms
Externe 24 V DC	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 Vrms
Behuizing	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

**Tabel 3.7 EMC-immuniteitsschema**

1) Injectie op kabelafscherming

2) Waarden gewoonlijk verkregen via testen

### 3.2.5 Motorisolatie

Moderne motoren die bedoeld zijn voor gebruik met frequentieomvormers, voorzien in een hoge isolatiegraad voor de nieuwe generatie hoogrendement-IGBT's met hoge dU/dt. Bij installatie in bestaande oude motoren moet worden onderzocht of de motorisolatie geschikt is. Het is ook mogelijk om de waarden af te zwakken met een dU/dt-filter of, waar nodig, met een sinusfilter.

Voor motorkabellengtes ≤ de maximale kabellengte zoals vermeld in *hoofdstuk 7.5 Kabelspecificaties* worden de in *Tabel 3.8* vermelde motorisolatieklassen aanbevolen. Wanneer de motor een lagere isolatiewaarde heeft, wordt aangeraden om gebruik te maken van een dU/dt- of sinusfilter.

Nominale netspanning [V]	Motorisolatie [V]
$U_N \leq 420$	Standaard $U_{LL} = 1300$
$420 V < U_N \leq 500$	Versterkt $U_{LL} = 1600$
$500 V < U_N \leq 600$	Versterkt $U_{LL} = 1800$
$600 V < U_N \leq 690$	Versterkt $U_{LL} = 2000$

**Tabel 3.8 Motorisolatie**

### 3.2.6 Motorlagerstromen

Om de lager- en asstromen tot een minimum te beperken, moet u de volgende componenten aarden op de aangedreven machine:

- Frequentieomvormer
- Motor
- Aangedreven machine

#### Standaard beperkingsstrategieën

1. Gebruik een geïsoleerd lager.
2. Hanteer zeer strikte installatieprocedures:
  - 2a Zorg dat de motor en de motorbelasting correct zijn uitgelijnd.
  - 2b Volg de EMC-installatierichtlijnen strikt op.
  - 2c Versterk de PE zodat de hoogfrequentimpedantie in de PE lager is dan in de ingangvoedingskabels.
  - 2d Zorg voor een goede hoogfrequent aansluiting tussen de motor en de frequentieomvormer, bijvoorbeeld door middel van een afgeschermd kabel met een 360°-aansluiting in de motor en de frequentieomvormer.

- 2e Zorg ervoor dat de impedantie van de frequentieomvormer naar de gebouw waarde lager is dan de aardingsimpedantie van de machine. Dit kan complex zijn bij pompen.
- 2f Leg een directe aardverbinding aan tussen de motor en de motorbelasting.
- Verlaag de IGBT-schakelfrequentie.
  - Pas de golfvorm van de omvormer aan: 60° AVM vs. SFAVM.
  - Installeer een aardingssysteem voor de as of gebruik een isolerende koppeling.
  - Breng een geleidend smeermiddel aan.
  - Gebruik zo mogelijk minimale toerentalinstellingen.
  - Probeer ervoor te zorgen dat de lijnspanning naar aarde is gebalanceerd. Dit kan lastig zijn bij IT-, TT- en TN-CS-systemen of systemen met één zijde geaard.
  - Gebruik een  $du/dt$ - of sinusfilter.

### 3.2.7 Harmonischen

Elektrische apparaten met diodegelijkrichters, zoals tl-lampen, computers, kopieerapparaten, faxapparaten, diverse laboratoriumapparaten en telecommunicatiesystemen, kunnen bijdragen aan harmonische vervorming op een netvoeding. Frequentieomvormers maken gebruik van een diodebrugingang, die eveneens kan bijdragen aan harmonische vervorming.

De frequentieomvormer trekt geen gelijkmatige stroom van de voedingslijn. Deze niet-sinusvormige stroom bevat componenten die een meervoud zijn van de frequentie van de grondstroom. Deze componenten worden harmonischen genoemd. Het is belangrijk om de totale harmonische vervorming op de netvoeding te beheersen. Hoewel de harmonische stromen niet rechtstreeks bijdragen aan de vermogensopname, genereren ze wel warmte in bedrading en transformatoren en kunnen ze andere apparaten op dezelfde voedingslijn beïnvloeden.

#### 3.2.7.1 Harmonischenanalyse

Er zijn diverse kenmerken van het elektrische systeem van een gebouw die de exacte bijdrage van de harmonischen van de frequentieomvormer aan de THD van een installatie bepalen en de mate waarin deze voldoen aan IEEE-normen. Het is complex om algemene uitspraken te doen over de bijdrage van harmonischen van de frequentieomvormer aan een specifieke installatie. Voer waar nodig een analyse van de systeemharmonischen uit om de effecten van de apparatuur te bepalen.

Een frequentieomvormer absorbeert een niet-sinusvormige stroom, wat de ingangsstroom  $I_{RMS}$  zal verhogen. Een niet-sinusvormige stroom wordt door middel van een Fourier-analyse getransformeerd en opgesplitst in sinusgolfstromen met verschillende frequenties, d.w.z. verschillende harmonische stromen  $I_n$  met 50 of 60 Hz als grondfrequentie:

De harmonische stromen dragen niet rechtstreeks bij aan de vermogensopname, maar verhogen de warmteverliezen in de installatie (transformator, kabels). Daarom is het bij krachtinstallaties met een hoog percentage gelijkrichterbelasting belangrijk om de harmonische stromen op een laag peil te houden om overbelasting in de transformator, inductoren en kabels te vermijden.

Afkorting	Beschrijving
$f_1$	grondfrequentie
$I_1$	basisstroom
$U_1$	basisspanning
$I_n$	harmonische stromen
$U_n$	harmonische spanning
$n$	orde van een harmonische

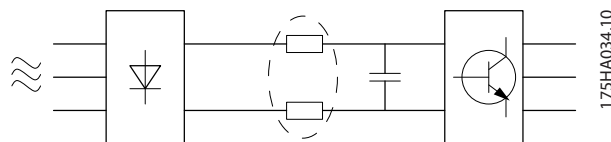
Tabel 3.9 Afkortingen m.b.t. harmonischen

	Basisstroom ( $I_1$ )	Harmonische stroom ( $I_n$ )		
		$I_5$	$I_7$	$I_{11}$
Stroom	$I_1$	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$
Frequentie [Hz]	50	250	350	550

Tabel 3.10 Getransformeerde niet-sinusvormige stroom

Stroom	Harmonische stroom				
	$I_{RMS}$	$I_1$	$I_5$	$I_7$	$I_{11-49}$
Ingangsstroom	1,0	0,9	0,4	0,2	< 0,1

Tabel 3.11 Harmonische stromen vergeleken met de RMS-ingangsstroom



Afbeelding 3.3 Tussenkringspoelen

### LET OP

Sommige harmonische stromen kunnen storingen veroorzaken in communicatieapparatuur die op dezelfde transformator is aangesloten of resonantie veroorzaken bij gebruik van condensatoren voor compensatie van de arbeidsfactor.

Om te zorgen voor lage harmonische stromen, is de frequentieomvormer uitgerust met passieve filters. DC-spoelen beperken de totale harmonische vervorming (THD) tot 40%.

De spanningsvervorming op de netvoeding hangt af van de grootte van de harmonische stromen vermenigvuldigd met de interne netimpedantie voor de betreffende frequentie. De totale spanningsvervorming (THD) wordt berekend op basis van de individuele harmonische spanningen met behulp van de volgende formule:

$$THD = \frac{\sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \dots + U_N^2}}{U_1}$$

### 3.2.7.2 Emissie-eisen m.b.t. harmonischen

**Apparatuur die is aangesloten op het openbare net.**

Optie	Definitie
1	EN-IEC 61000-3-2 klasse A voor gebalanceerde 3-faseapparatuur (voor professionele apparatuur met een totaalvermogen van maximaal 1 kW).
2	EN-IEC 61000-3-12 Apparatuur met een ingangsstroom van 16-75 A per fase en professionele apparatuur vanaf 1 kW met een ingangsstroom tot 16 A per fase.

Tabel 3.12 Emissienormen m.b.t. harmonischen

### 3.2.7.3 Testresultaten harmonischen (emissie)

Vermogensklassen tot PK75 in T2 en T4 voldoen aan EN-IEC 61000-3-2 klasse A. Vermogensklassen vanaf P1K1 en tot P18K in T2 en tot P90K in T4 voldoen aan EN-IEC 61000-3-12, tabel 4. Vermogensklassen P110-P450 in T4 voldoen ook aan EN-IEC 61000-3-12, hoewel dit niet vereist is omdat de stromen groter zijn dan 75 A.

Tabel 3.13 geeft aan dat het kortsluitvermogen van de voeding  $S_{SC}$  op het interfacepunt tussen de voeding van de gebruiker en het openbare net ( $R_{SCE}$ ) groter is dan of gelijk aan:

$$S_{SC} = \sqrt{3} \times R_{SCE} \times U_{mains} \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$$

	Individuele harmonische stroom $I_n/I_1$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
Actueel (typisch)	40	20	10	8
Limiet voor $R_{SCE} \geq 120$	40	25	15	10
	Harmonische vervorming (%)			
	THD	PWHD		
Actueel (typisch)	46	45		
Limiet voor $R_{SCE} \geq 120$	48	46		

Tabel 3.13 Testresultaten harmonischen (emissie)

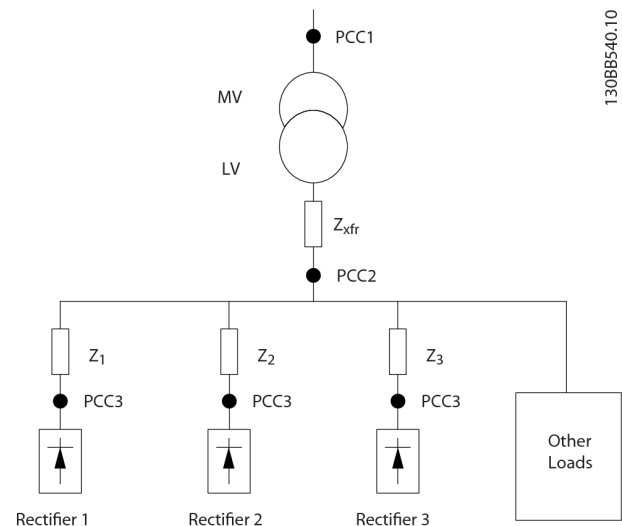
Het is de verantwoordelijkheid van de installateur of de gebruiker van de apparatuur om ervoor te zorgen dat de apparatuur uitsluitend wordt aangesloten op een voeding met een kortsluitvermogen  $S_{SC}$  dat groter is dan of gelijk is aan de gespecificeerde waarde.

Overleg met de netwerkbeheerder als u andere vermogensklassen op het openbare net wilt aansluiten.

Conformiteit met diverse richtlijnen op systeemniveau: De vermelde gegevens over harmonische stromen in Tabel 3.13 zijn in overeenstemming met EN-IEC 61000-3-12 met betrekking tot de productnorm voor aandrijfsystemen. Ze kunnen worden gebruikt als basis voor het berekenen van de invloed van harmonische stromen op het voedingsstelsel voor de documentatie met betrekking tot de naleving van de relevante regionale richtlijnen: IEEE 519-1992; G5/4.

### 3.2.7.4 Effect van harmonischen in een vermogendistributiesysteem

In Afbeelding 3.4 is op de primaire zijde een transformator aangesloten op een PCC1 (een Point of Common Coupling – gemeenschappelijk koppelpunt), op de middenvoeding. De transformator heeft een impedantie  $Z_{xfr}$  en wordt gebruikt om een aantal belastingen te voeden. Het gemeenschappelijke koppelpunt waar alle belastingen gezamenlijk zijn aangesloten, is PCC2. Elke belasting is aangesloten via kabels met een impedantie  $Z_1, Z_2, Z_3$ .



Afbeelding 3.4 Klein distributiesysteem

Harmonische stromen die door niet-lineaire belastingen worden opgewekt, veroorzaken vervorming van de spanning vanwege de spanningsval op de impedanties van het distributiesysteem. Hogere impedanties leiden tot hogere niveaus van spanningsvervorming.

Stroomvervorming heeft betrekking op de prestaties van de apparatuur en op de individuele belasting. Spanningsvervorming heeft betrekking op de systeemprestaties. Het

is niet mogelijk om de spanningsvervorming in het PCC te bepalen wanneer enkel de harmonische prestaties van de belasting bekend zijn. Om de vervorming in het PCC te bepalen, moeten de configuratie van het distributiesysteem en de relevante impedanties bekend zijn.

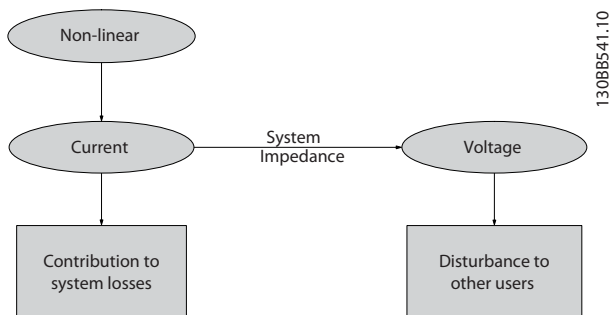
Een gangbare term voor het beschrijven van de impedantie van een net is de kortsluitverhouding  $R_{sce}$ , gedefinieerd als de verhouding tussen het kortsluitvermogen van het net bij het PCC ( $S_{sc}$ ) en het nominale schijnbare vermogen van de belasting ( $S_{equ}$ ).

$$R_{sce} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$$

waarbij  $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{voeding}}$  en  $S_{equ} = U \times I_{equ}$

#### Het negatieve effect van harmonischen is tweeledig

- Harmonische stromen dragen bij aan systeemverliezen (in bekabeling, transformator).
- Harmonische spanningsvervorming zorgt voor verstoring van andere belastingen en verhoogt de verliezen in andere belastingen.



Afbeelding 3.5 Negatieve effecten van harmonischen

#### 3.2.7.5 Normen en voorschriften voor het beperken van harmonischen

De vereisten voor het beperken van harmonischen kunnen zijn:

- Toepassings specifieke vereisten
- Normen die moeten worden gevolgd

De toepassings specifieke vereisten hebben betrekking op een specifieke installatie waar technische redenen aanwezig zijn om de harmonischen te beperken.

#### Voorbeeld

Een 250 kVA-transformator waarop twee 110 kW-motoren zijn aangesloten is voldoende, als een van de motoren direct op het net is aangesloten en de tweede wordt gevoed via een frequentieomvormer. Als beide motoren via een frequentieomvormer worden gevoed, is de transformator echter ondergedimensioneerd. Door gebruik te maken van aanvullende maatregelen voor beperking van de harmonischen in de installatie of door speciale omvormers met lage harmonischen te selecteren, is het mogelijk om beide motoren met een frequentieomvormer te laten werken.

Er bestaan diverse normen, voorschriften en aanbevelingen voor het beperken van de harmonischen. Voor de diverse industrieën en geografische regio's gelden verschillende normen. De volgende normen zijn de meest gangbare:

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

Zie de *AHF 005/010 Design Guide* voor specifieke details over elke norm.

In Europa bedraagt de maximale THVD 8% als de installatie is aangesloten via het openbare net. Als de installatie over een eigen transformator beschikt, is de limiet 10% THVD. De VLT® AQUA Drive is ontworpen voor een THVD van 10%.

#### 3.2.7.6 Harmonischenreductie

Voor gevallen waarbij extra onderdrukking van harmonischen vereist is, biedt Danfoss een breed assortiment apparatuur om de harmonischen te verminderen. Hiertoe behoren:

- 12-pulsomvormers
- AHF-filters
- Low Harmonic Drives
- Actieve filters

De keuze voor de juiste oplossing hangt af van diverse factoren:

- Het net (achtergrondvervorming, onbalans van het net, resonantie en het type voeding (transformator/generator)).
- De toepassing (belastingsprofiel, aantal belastingen en hoogte van de belasting).
- Lokale/nationale vereisten/voorschriften (IEEE 519, IEC, G5/4 enz.).
- Totale exploitatiekosten (initiële kosten, rendement, onderhoud enz.).

Overweeg altijd harmonischenreductie als de transformatorbelasting een niet-lineaire bijdrage van 40% of meer levert.

Danfoss biedt hulpmiddelen voor het berekenen van de harmonischen; zie *hoofdstuk 2.8.2 Pc-software*.

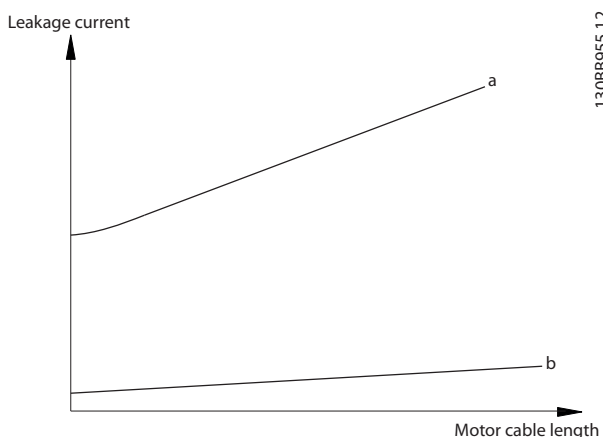
#### 3.2.8 Aardlekstroom

Volg de nationale en lokale voorschriften op ten aanzien van de veiligheidsaarding van apparatuur met een lekstroom groter dan 3,5 mA.

Frequentieomvormertechnologie impliceert hoogfrequent schakelen bij hoog vermogen. Dit genereert een lekstroom in de aardverbinding.

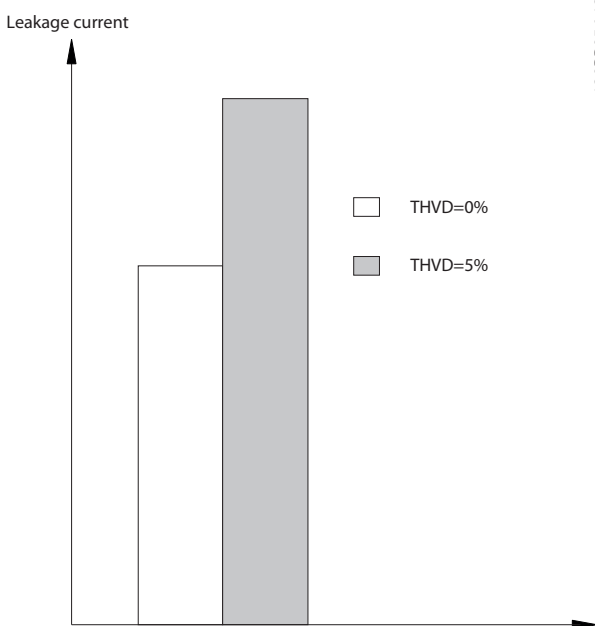
De aardlekstroom bestaat uit meerdere componenten en hangt af van diverse systeemconfiguraties, waaronder:

- RFI-filtering;
- Lengte motorkabel;
- Afscherming motorkabel;
- Vermogen frequentieomvormer.



Afbeelding 3.6 Invloed van de kabellengte en vermogensklasse van de motorkabel op de lekstroom – vermogensklasse a > vermogensklasse b

De lekstroom is mede afhankelijk van de lijnvervorming.



Afbeelding 3.7 Invloed van lijnvervorming op de lekstroom

Om te voldoen aan EN-IEC 61800-5-1 (productnorm voor regelbare elektrische aandrijfsystemen) zijn speciale voorzorgsmaatregelen vereist wanneer de lekstroom meer bedraagt dan 3,5 mA. Versterk de aarding op basis van de volgende aardverbinderingsvereisten:

- Aarddraad (klem 95) met een doorsnede van minimaal 10 mm<sup>2</sup>.
- 2 afzonderlijke aarddraden die beide voldoen aan de regels ten aanzien van maatvoering.

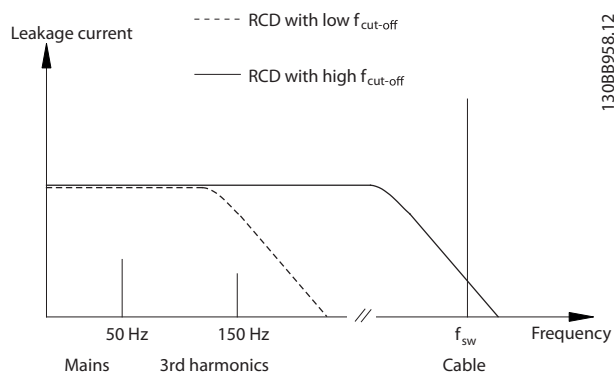
Zie EN-IEC 61800-5-1 en EN 50178 voor meer informatie.

**Gebruik van RCD's**

Bij gebruik van reststroomapparaten (RCD's), ook wel bekend als aardlekschakelaars (ELCB's), moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

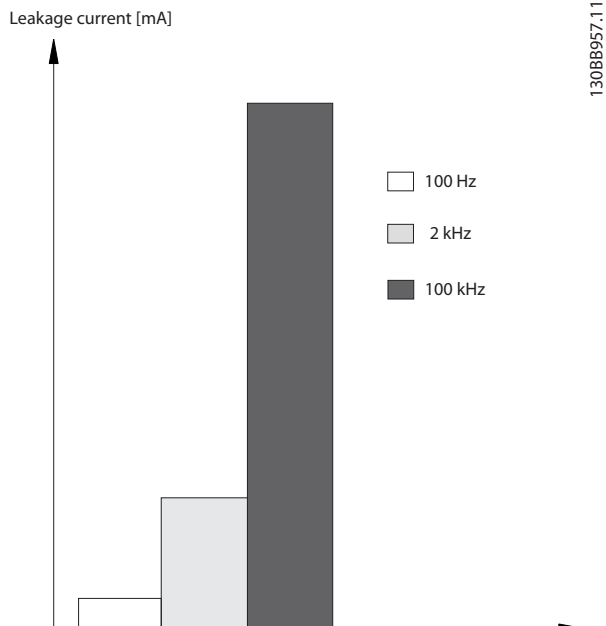
- Gebruik uitsluitend RCD's van type B, omdat deze AC- en DC-stromen kunnen detecteren.
- Gebruik RCD's met vertraging om fouten door kortstondige aardstromen te voorkomen.
- Dimensioneer RCD's op basis van de systeemconfiguraties en omgevingsaspecten.

De lekstroom bevat meerdere frequenties die afkomstig zijn van zowel de netfrequentie als de schakelfrequentie. Of de schakelfrequentie wordt gedetecteerd, hangt af van het gebruikte type RCD.



Afbeelding 3.8 Belangrijkste factoren die bijdragen aan lekstroom

De hoeveelheid lekstroom die door de RCD wordt gedetecteerd, hangt af van de uitschakelfrequentie van de RCD.



Afbeelding 3.9 Invloed van de uitschakelfrequentie van de RCD op de lekstroom

3

### 3.3 Netintegratie

#### 3.3.1 Netconfiguratie en EMC-effecten

Er zijn diverse typen netvoedingssystemen die frequentieomvormers van spanning kunnen voorzien. Deze zijn alle van invloed op de EMC-kenmerken van het systeem. De 5-draads TN-S-systemen worden beschouwd als de beste keuze voor EMC, terwijl het geïsoleerde IT-systeem het minst wenselijk is.

Systeemtype	Beschrijving
TN-netsystemen	Er zijn 2 typen TN-netdistributiesystemen: TN-S en TN-C.
TN-S	Een 5-draads systeem met afzonderlijke (N) nul- en (PE) aardverbindingseleiders. Dit systeem biedt de beste EMC-kenmerken en voorkomt de overdracht van interferentie.
TN-C	Een 4-draads systeem met een gemeenschappelijke (N) nul- en (PE) aardverbindingseleider in het gehele systeem. De gecombineerde nul- en aardverbindingseleider zorgt voor slechte EMC-kenmerken.
TT-netsysteem	Een 4-draads systeem met een geaarde nulgeleider en afzonderlijke aarding van de omvormereenheden. Dit systeem heeft goede EMC-kenmerken wanneer het goed geaard is.

Systeemtype	Beschrijving
IT-netsysteem	Een geïsoleerd 4-draads systeem met een nulgeleider die niet geaard is of geaard is via een impedantie.

Tabel 3.14 Typen netvoedingssystemen

#### 3.3.2 Laagfrequente interferentie in het net

##### 3.3.2.1 Niet-sinusvormige netvoeding

De netspanning is zelden een uniforme sinusvormige spanning met een constante amplitude en frequentie. Dit wordt voor een deel veroorzaakt door belastingen die niet-sinusvormige stromen van het net trekken of niet-lineaire karakteristieken hebben, zoals computers, televisies, schakelende voedingen, energiezuinige lampen en frequentieomvormers. Afwijkingen zijn onvermijdelijk en binnen bepaalde grenzen toegestaan.

##### 3.3.2.2 Conformiteit met EMC-richtlijnen

In het grootste deel van Europa vormt de Richtlijn inzake de elektromagnetische compatibiliteit van apparatuur (EMC-richtlijn) de basis voor een objectieve beoordeling van de kwaliteit van het netvermogen. Naleving van deze richtlijn zorgt ervoor dat alle apparaten en netwerken die op elektrische distributiesystemen zijn aangesloten, voldoen aan hun beoogde doelen zonder problemen te veroorzaken.

Norm	Definitie
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	Definieert de netvoedingslimieten waarmee rekening moet worden gehouden in openbare en industriële voedingsnetten.
EN 61000-3-2, 61000-3-12	Reguleert de interferentie via het net die door hierop aangesloten apparaten wordt gegenereerd
EN 50178	Bewaakt elektronische apparatuur voor gebruik in vermogensinstallaties.

Tabel 3.15 EN-ontwerpnormen voor de kwaliteit van het netvermogen

##### 3.3.2.3 Interferentievrije frequentieomvormers

Elke frequentieomvormer genereert interferentie via het net. De huidige normen definiëren enkel frequentiebereiken tot 2 kHz. Sommige frequentieomvormers verschuiven de netstoring naar de zone boven 2 kHz, die niet is opgenomen in de norm, en labelen ze vervolgens als interferentievrij. Limieten voor deze zone worden op dit moment bestudeerd. Frequentieomvormers verschuiven de netstoring niet.



### 3.3.2.4 Hoe interferentie op het net ontstaat

Netstoringsvervorming van de sinusvormige golfvorm die wordt veroorzaakt door de pulserende ingangsstromen worden gewoonlijk aangeduid als harmonischen. Op basis van een Fourier-analyse wordt deze vervorming beoordeeld tot 2,5 kHz, wat overeenkomt met de 50e harmonische van de netfrequentie.

De ingangsgelijkrichters van frequentieomvormers produceren deze typische vorm van harmonische storing op het net. Wanneer frequentieomvormers op een 50 Hz-netsysteem zijn aangesloten, vertonen de 3e harmonische (150 Hz), de 5e harmonische (250 Hz) of de 7e harmonische (350 Hz) de sterkste effecten. Het totale aandeel van de harmonischen wordt de totale harmonische vervorming (THD) genoemd.

### 3.3.2.5 Effecten van netstoringen

Harmonischen en spanningsschommelingen zijn 2 vormen van laagfrequente netstoringen. Deze zien er op het ontstaanspunt anders uit dan op enig ander punt in het netsysteem wanneer een belasting is aangesloten. Daarom moeten uiteenlopende invloeden gezamenlijk worden bepaald om de effecten van netstoringen te kunnen beoordelen. Deze invloeden omvatten de netvoeding, -structuur en -belastingen.

Als gevolg van netstoringen kunnen onderspanningswaarschuwingen en hogere functionele verliezen optreden.

#### Onderspanningswaarschuwingen

- Onjuiste spanningsmetingen vanwege vervorming van de sinusvormige netspanning.
- Veroorzaken onjuiste vermogensmetingen omdat enkel zuivere RMS-metingen rekening kunnen houden met de harmonische inhoud.

#### Hogere verliezen

- Harmonischen beperken het werkzame vermogen, het schijnbare vermogen en het blindvermogen.
- Vervormde elektrische belastingen die hoorbare interferentie in andere apparaten of in het ergste geval zelfs onherstelbare schade veroorzaakt.
- Verkorten de levensduur van apparaten als gevolg van opwarming.

#### **LET OP**

**Overmatige harmonische inhoud belast arbeidsfactorcorrecterende apparatuur en kan zelfs leiden tot onherstelbare beschadiging van deze apparatuur. Voorzie arbeidsfactorcorrecterende apparatuur daarom van smoorspoelen wanneer er sprake is van overmatige harmonische inhoud.**

### 3.3.3 Netstoringen analyseren

Om aantasting van de kwaliteit van het netvermogen te voorkomen, zijn diverse methoden beschikbaar voor het analyseren van systemen of apparaten die harmonische stromen genereren. Netanalyseprogramma's, zoals harmonischencalculatorsoftware (HCS) analyseren systeemontwerpen op harmonischen. Specifieke tegenmaatregelen kunnen vooraf worden getest en de uiteindelijke systeemcompatibiliteit waarborgen.

Ga voor het analyseren van netsystemen naar <http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START> om software te downloaden.

#### **LET OP**

**Danfoss heeft veel EMC-kennis in huis en biedt klanten EMC-analyses met een gedetailleerde evaluatie of netberekeningen, naast trainingscursussen, seminars en workshops.**

### 3.3.4 Opties voor het beperken van netstoringen

In het algemeen geldt dat netstoring die door frequentieomvormers veroorzaakt wordt, wordt beperkt door de amplitude van pulsstromen te begrenzen. Hierdoor verbetert de arbeidsfactor  $\lambda$  (lambda).

Diverse methoden worden aangeraden om netharmonischen te voorkomen:

- Ingangssmoorspoelen of DC-tussenkringsmoorspoelen in de frequentieomvormers.
- Passieve filters.
- Actieve filters.
- Slanke DC-tussenkringen.
- Active Front End en Low Harmonic Drives.
- Gelijkrichters met 12, 18 of 24 pulsen per cyclus.

### 3.3.5 Radiofrequente interferentie

Frequentieomvormers genereren radiofrequente interferentie (RFI) vanwege hun stroompulsen met variabele breedte. Omvormers en motorkabels stralen deze componenten uit en leiden ze naar het netsysteem.

RFI-filters worden gebruikt om deze interferentie op het net te beperken. Ze voorzien in ruisimmunitet om apparaten te beschermen tegen hoogfrequente geleide interferentie. Ze beperken ook de interferentie die naar de netkabel of door de netkabel wordt uitgestraald. De filters zijn bedoeld om de interferentie op een specifiek niveau te begrenzen. Geïntegreerde filters behoren vaak tot de

standaardapparatuur die wordt gespecificeerd voor een specifiek immuuniteitsniveau.

### LET OP

Alle VLT® AQUA Drive-frequentieomvormers zijn standaard uitgerust met geïntegreerde smoorspoelen om netstoring tegen te gaan.

3

## 3.3.6 Classificatie van de bedrijfslocatie

Inzicht in de vereisten voor de omgeving waarin de frequentieomvormer zal gaan werken, is de belangrijkste factor met betrekking tot EMC-conformiteit.

### 3.3.6.1 Omgeving 1/klasse B: Huishoudelijk

Bedrijfslocaties die zijn aangesloten op het openbare laagspanningsnet, met inbegrip van licht-industriële omgevingen, zijn geclassificeerd als Omgeving 1/klasse B. Deze hebben geen eigen hoogspannings- of middenspanningsdistributietransformatoren voor een afzonderlijk netsysteem. De omgevingsclassificaties gelden zowel binnen als buiten gebouwen. Sommige algemene voorbeelden zijn bedrijventerreinen, woonhuizen, restaurants, parkeerterreinen en recreatiefaciliteiten.

### 3.3.6.2 Omgeving 2/klasse A: Industrieel

Industriële omgevingen zijn niet aangesloten op het openbare net. In plaats daarvan beschikken ze over eigen hoogspannings- of middenspanningsdistributietransformatoren. De omgevingsclassificaties gelden zowel binnen als buiten de gebouwen.

Ze worden gedefinieerd als industrieel en worden gekenmerkt door specifieke elektromagnetische condities:

- De aanwezigheid van industriële, wetenschappelijke of medische apparatuur.
- Het schakelen van grote inductieve en capacatieve belastingen.
- Het ontstaan van sterk magnetische velden (bijvoorbeeld vanwege hoge stromen).

### 3.3.6.3 Speciale omgevingen

In gebieden met middenspanningstransformatoren die duidelijk zijn afgebakend van andere gebieden, bepaalt de gebruiker voor welk type omgeving zijn installatie wordt geclassificeerd. Het is de verantwoordelijkheid van de gebruiker om ervoor te zorgen dat wordt voldaan aan de elektromagnetische compatibiliteit die nodig is voor een probleemloze werking van alle apparaten binnen gespecificeerde condities. Enkele voorbeelden van speciale omgevingen zijn winkelcentra, supermarkten, tankstations, kantoorgebouwen en pakhuizen.

## 3.3.6.4 Waarschuwingslabels

Wanneer een frequentieomvormer niet voldoet aan categorie C1, moet u een waarschuwing aanbrengen. Dit is de verantwoordelijkheid van de gebruiker. Ontstoring is gebaseerd op klasse A1, A2 en B in EN 55011. De gebruiker draagt de eindverantwoordelijkheid voor de juiste classificatie van apparaten en de kosten voor het oplossen van EMC-problemen.

## 3.3.7 Gebruik met geïsoleerde ingangsbron

De meeste krachtinstallaties in de Verenigde Staten gebruiken de aarde als referentie. Hoewel dit in de Verenigde Staten niet gebruikelijk is, kan het ingangsvermogen van een geïsoleerde bron komen. Alle Danfoss-frequentieomvormers kunnen zowel met een geïsoleerde ingangsbron als met voedingskabels met een aardreferentie worden gebruikt.

## 3.3.8 Arbeidsfactorcorrectie

Arbeidsfactorcorrigerende apparatuur dient om de faseverschuiving ( $\varphi$ ) tussen de spanning en de stroom te beperken om de arbeidsfactor dicht bij 1 ( $\cos \varphi$ ) te brengen. Dit is nodig wanneer een groot aantal inductieve belastingen, zoals motoren of voorschakelapparaten voor lampen, worden gebruikt in een elektrische distributiesysteem. Frequentieomvormers met een geïsoleerde DC-tussenkring trekken geen blindvermogen van het netsysteem en genereren geen arbeidsfactorcorrigerende faseverschuivingen. Ze hebben een  $\cos \varphi$  van ongeveer 1.

Daarom hoeft bij het dimensioneren van arbeidsfactorcorrigerende apparatuur geen rekening te worden gehouden met motoren met toerentalregeling. De stroom die door de fasecorrigerende apparatuur wordt getrokken, neemt echter toe omdat de frequentieomvormer harmonischen genereert. De belasting en warmtefactor op de condensatoren neemt toe wanneer het aantal bronnen van harmonischen toeneemt. Rust arbeidsfactorcorrigerende apparatuur daarom uit met smoorspoelen. De smoorspoelen voorkomen ook resonantie tussen belasting-sinductanties en de capaciteit. Ook voor omvormers met  $\cos \varphi < 1$  zijn smoorspoelen in de arbeidsfactorcorrigerende apparatuur nodig. Houd bij het bepalen van de kabelmaat ook rekening met het hogere blindvermogen.

### 3.3.9 Vertraging ingangsvermogen

Om ervoor te zorgen dat het circuit voor onderdrukking van stootspanningen op de ingang correct werkt, moet u een tijdsvertraging instellen tussen opeenvolgende schakelingen van het ingangsvermogen.

Tabel 3.16 toont de minimumtijd die moet worden aangehouden tussen schakelingen van het ingangsvermogen.

Ingangsspanning [V]	380	415	460	600
Wachttijd [s]	48	65	83	133

Tabel 3.16 Vertraging ingangsvermogen

### 3.3.10 Nettransiënten

Transiënten zijn korte spanningspieken in het bereik van enkele duizenden volt. Ze kunnen optreden in alle typen vermogensdistributiesystemen, inclusief industriële en woonomgevingen.

Blikseminslagen zijn een veelvoorkomende oorzaak van transiënten. Transiënten worden echter ook veroorzaakt door grote belastingen op of van de lijn te schakelen, of door andere nettransiënten veroorzakende apparatuur, zoals arbeidsfactorcorrigerende apparatuur, te schakelen. Transiënten kunnen ook worden veroorzaakt door kortsluiting, het activeren van circuitbreakers in vermogensdistributiesystemen en inductieve koppeling tussen parallelle kabels.

De norm EN 61000-4-1 beschrijft de vormen van deze transiënten en hoeveel energie ze bevatten. Hun schadelijke effecten kunnen op diverse manieren worden beperkt. Gasgevulde overspanningsafleiders en vonkbruggen bieden primaire bescherming tegen hoge-energietransiënten. Voor secundaire bescherming maken de meeste elektronische apparaten, waaronder frequentieomvormers, gebruik van spanningsafhankelijke weerstanden (varistoren) om transiënten af te zwakken.

### 3.3.11 Werking met een stand-bygenerator

Gebruik backupvoedingssystemen wanneer ononderbroken bedrijf vereist is bij uitval van de netvoeding. Deze worden ook naast het openbare net gebruikt om een hoger ingangsvermogen te realiseren. Dit is de standaardpraktijk voor warmte-krachtkoppelingen, waarbij wordt geprofiteerd van het hoge rendement dat met deze vorm van energieomzetting wordt behaald. Wanneer backupvermogen door een generator wordt geleverd, is de netimpedantie meestal hoger dan wanneer het vermogen afkomstig is van het openbare net. Hierdoor neemt de

totale harmonische vervorming toe. Met een juist ontwerp kunnen generatoren in een systeem werken waarin apparaten zijn opgenomen die harmonischen opwekken.

We adviseren om bij het ontwerp van het systeem het gebruik van stand-bygeneratoren te overwegen.

- Wanneer het systeem omschakelt van netbedrijf naar generatorbedrijf neemt de harmonische belasting gewoonlijk toe.
- Ontwerpers moeten de toename in de harmonische belasting berekenen of meten om ervoor te zorgen dat de vermogenskwaliteit voldoet aan de voorschriften die gelden om harmonischenproblemen en uitval van apparatuur te voorkomen.
- Voorkom asymmetrische belasting van de generator, omdat dit leidt tot hogere verliezen en een mogelijke toename van de totale harmonische vervorming.
- Een 5/6 verschuiving van de generatorwikkeling zwakt de 5e en 7e harmonische af, maar kan de 3e harmonische doen toenemen. Een 2/3 verschuiving verlaagt de 3e harmonische.
- Waar mogelijk moet de operator de arbeidsfactor-corrigerende apparatuur loskoppelen omdat deze resonantie in het systeem veroorzaakt.
- Smoorspoelen of actieve absorptiefilters, evenals resistieve belastingen die parallel werken, kunnen harmonischen afzwakken.
- Capacitieve belastingen die parallel werken, kunnen voor een extra belasting zorgen vanwege onvoorspelbare resonantie-effecten.

Een meer nauwkeurige analyse is mogelijk door gebruik te maken van netanalysesoftware zoals HCS. Ga voor het analyseren van netsystemen naar <http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START> om software te downloaden.

Bij gebruik van de frequentieomvormer in combinatie met harmonischen opwekkende apparaten, vindt u de maximale belastingen voor een probleemloze werking van de installatie in de tabel met harmonische limieten.

#### Harmonische limieten

- B2- en B6-gelijkrichters  $\Rightarrow$  maximaal 20% van de nominale generatorbelasting.
- B6-gelijkrichter met smoorspoel  $\Rightarrow$  maximaal 20-35% van de nominale generatorbelasting, afhankelijk van de samenstelling.
- Gestuurde B6-gelijkrichter  $\Rightarrow$  maximaal 10% van de nominale generatorbelasting.

## 3.4 Motorintegratie

### 3.4.1 Afwegingen bij selecteren motor

De frequentieomvormer kan elektrische belasting van een motor veroorzaken. Houd daarom rekening met de volgende effecten op de motor wanneer u een passende motor voor een frequentieomvormer zoekt:

- Isolatiebelasting
- Lagerbelasting
- Thermische belasting

### 3.4.2 Sinusfilter en dU/dt-filters

Uitgangsfilters bieden bij bepaalde motoren voordelen doordat de elektrische belasting wordt beperkt en grotere kabellengtes mogelijk worden gemaakt. Tot de uitgangsopties behoren sinusfilters (ook wel LC-filters genoemd) en dU/dt-filters. De dU/dt-filters verminderen de scherpe stijging van de puls. Sinusfilters vlakken de spanningpuls af om ze om te zetten in een bijna sinusvormige uitgangsspanning. Bij sommige frequentieomvormers voldoen de sinusfilters aan EN 61800-3 RFI-categorie C2 voor niet-afgeschermde motorkabels; zie *hoofdstuk 3.7.5 Sinusfilters*.

Zie *hoofdstuk 3.7.5 Sinusfilters* en *hoofdstuk 3.7.6 dU/dt-filters* voor meer informatie over dU/dt-filteropties.

Zie en *hoofdstuk 6.2.9 dU/dt-filters* voor meer informatie over bestelnummers voor sinusfilters en dU/dt-filters.

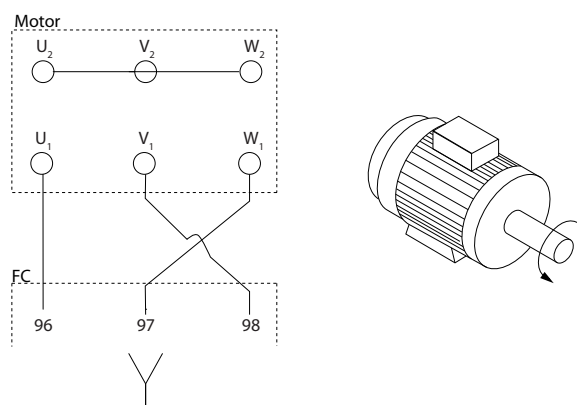
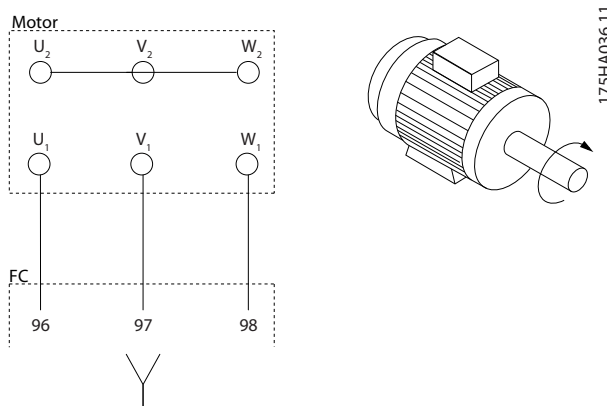
### 3.4.3 Correcte motoraarding

Een correcte aarding van de motor is essentieel voor de persoonlijke veiligheid en om te voldoen aan de elektrische EMC-vereisten voor laagspanningsapparatuur. Een correcte aarding is nodig voor een effectief gebruik van afscherming en filters. De ontwerpgegevens moeten worden gecontroleerd op een correcte EMC-implementatie.

### 3.4.4 Motorkabels

Aanbevelingen en specificaties voor motorkabels zijn te vinden in *hoofdstuk 7.5 Kabelspecificaties*.

Alle typen 3-fasige asynchrone standaardmotoren kunnen door een frequentieomvormer worden bestuurd. De draairichting is rechtsom op basis van de fabrieksinstelling. Hierbij is de uitgang van de frequentieomvormer als volgt aangesloten:



**Afbeelding 3.10** Klemaansluiting voor rechtsom en linksom draaien

Wijzig de draairichting door 2 fasen van de motorkabel te verwisselen of door de instelling in *4-10 Draairichting motor* te wijzigen.

### 3.4.5 Afscherming motorkabel

Frequentieomvormers genereren op de uitgangen pulsen met steile flanken. Deze pulsen bevatten hoogfrequente componenten (die tot in het gigahertzbereik lopen), die ongewenste straling vanaf de motorkabel veroorzaken. Afgeschermde motorkabels beperken deze uitstraling.

Het doel van afscherming is om:

- de magnitude van interferentie door straling te beperken;
- de immuniteit tegen interferentie bij afzonderlijke apparaten te verbeteren.

De afscherming vangt de hoogfrequente componenten af en leidt ze terug naar de interferentiebron, in dit geval de frequentieomvormer. Afgeschermde motorkabels bieden ook immuniteit tegen interferentie van externe bronnen in de nabijheid.

Zelfs een goede afscherming kan de straling niet volledig elimineren. Systeemcomponenten die zich in omgevingen met straling bevinden, moeten werken zonder functieverlies.

### 3.4.6 Aansluiten van meerdere motoren

#### **LET OP**

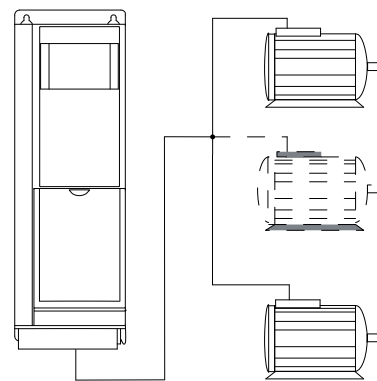
Als de motorvermogens sterk verschillen, kunnen er bij de start en bij lage toerentallen problemen optreden. Dit komt omdat de relatief hoge ohmse weerstand in de stator van kleine motoren een hogere spanning vereist bij de start en bij lage toerentallen.

De frequentieomvormer kan een aantal parallel aangesloten motoren besturen. Neem bij een parallelle motoraansluiting het volgende in acht:

- In sommige toepassingen kan de modus VVC+ worden gebruikt.
- De totale stroom die door de motoren wordt opgenomen, mag niet groter zijn dan de nominale uitgangsstroom  $I_{INV}$  van de frequentieomvormer.
- Gebruik geen gemeenschappelijk koppelpunt voor lange kabellengtes; zie *Afbeelding 3.12*.
- De gespecificeerde totale lengte van de motorkabel in *Tabel 3.4* is van toepassing zolang de parallelle kabels kort worden gehouden (elk korter dan 10 m); zie *Afbeelding 3.14* en *Afbeelding 3.15*.
- Houd rekening met de spanningsval over de motorkabel; zie *Afbeelding 3.15*.
- Gebruik voor lange parallelle kabels een LC-filter; zie *Afbeelding 3.15*.
- Zie *Afbeelding 3.16* voor informatie over lange kabels zonder parallelle aansluiting.

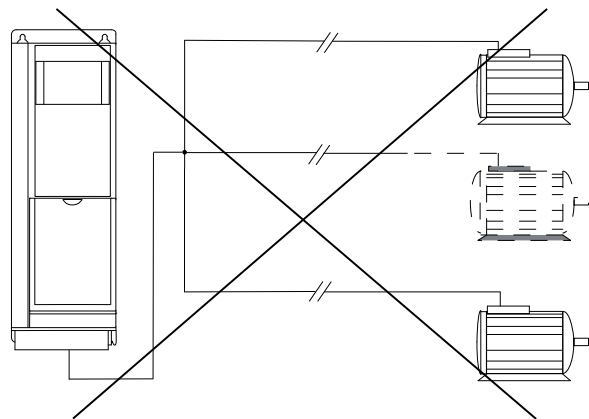
#### **LET OP**

Wanneer motoren parallel zijn aangesloten, moet u 1-01 *Motorbesturingsprincipe* instellen op [0] U/f.



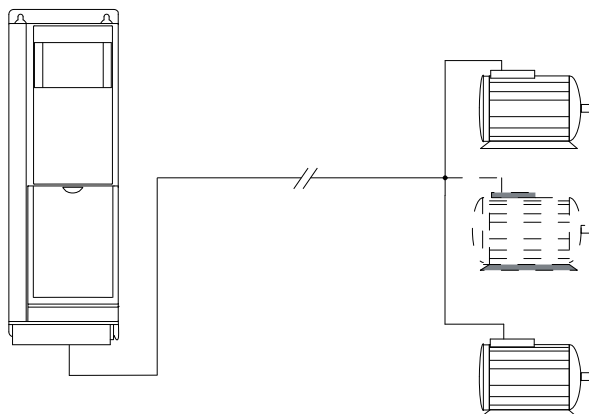
130BD774.10

Afbeelding 3.11 Gemeenschappelijk koppelpunt voor korte kabellengtes



130BD775.10

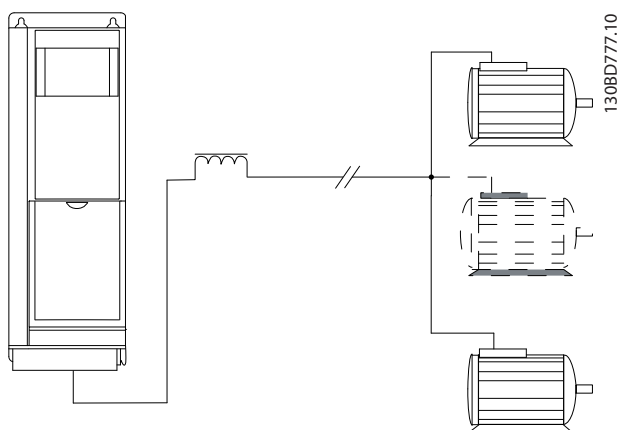
Afbeelding 3.12 Gemeenschappelijk koppelpunt voor lange kabellengtes



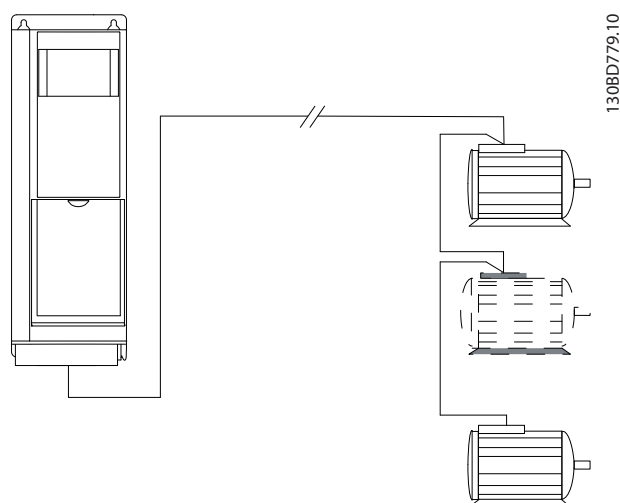
130BD776.10

Afbeelding 3.13 Parallele kabels zonder belasting

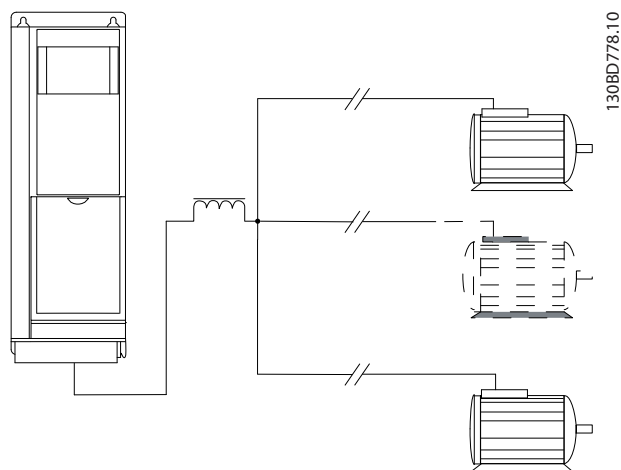
3



Afbeelding 3.14 Parallele kabels met belasting



Afbeelding 3.16 In serie aangesloten lange kabels



Afbeelding 3.15 LC-filter voor lange parallelle kabels

Behuizings-groottes	Vermogensklasse [kW]	Spanning [V]	1 kabel [m]	2 kabels [m]	3 kabels [m]	4 kabels [m]
A1, A2, A4, A5	0,37-0,75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1,1-1,5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2,2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5,5-7,5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-90	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1,1-7,5	525-690	100	50	33	25
B4	11-30	525-690	150	75	50	37
C3	37-45	525-690	150	75	50	37

Tabel 3.17 Maximale kabellengte voor elke parallelle kabel

### 3.4.7 Stuurdraadisolatie

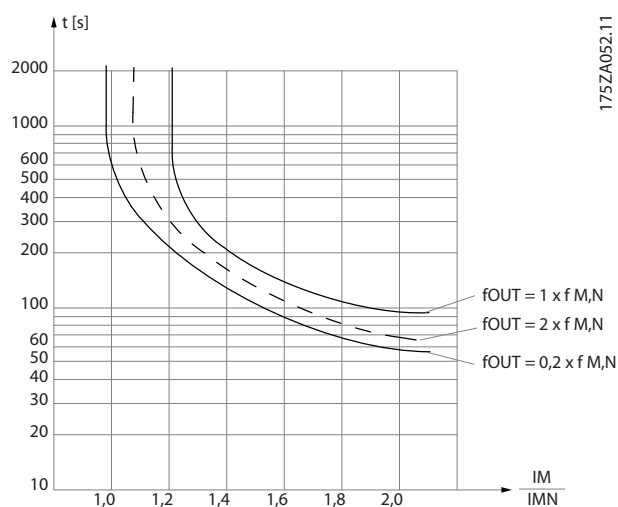
Harmonische interferentie die wordt gegenereerd door de motorbekabeling, kan stuursignalen in de stuurkabels van de frequentieomvormer aantasten en leiden tot stuurfouten. Motorkabels en stuurkabels moeten van elkaar worden gescheiden. Interferentie-effecten nemen door scheiding aanzienlijk af.

- De afstand tussen stuurkabels en motorkabels moet groter zijn dan 200 mm.
- Het gebruik van scheidingsstroken is essentieel bij kleinere scheidingen om koppeling of overdracht van interferentie te voorkomen.
- De afscherming van stuurkabels moet aan beide zijden op dezelfde manier worden aangesloten als de afscherming van motorkabels.
- Afgeschermd met gedraaide geleiders bieden de hoogste verzwakking. De afzwakking van het magnetische veld neemt toe van circa 30 dB met een enkelvoudige afscherming tot 60 dB met een dubbele afscherming en tot circa 75 dB als de geleiders ook gedraaid zijn.

### 3.4.8 Thermische motorbeveiliging

De frequentieomvormer biedt thermische motorbeveiliging op diverse manieren:

- De koppelbegrenzing beschermt de motor tegen overbelasting, bij alle toerentallen.
- Het minimale toerental begrenst het minimale bereik van het bedrijfstoerental, bijvoorbeeld tussen 30 en 50/60 Hz.
- Het maximale toerental begrenst de maximale uitgangssnelheid.
- De ingang is beschikbaar voor een externe thermistor.
- Elektronisch thermisch relais (ETR) voor asynchrone motoren simuleert een bimetaalrelais op basis van interne metingen. Het ETR meet de actuele stroom, snelheid en tijd voor het berekenen van de motortemperatuur en beschermt de motor tegen oververhitting door een waarschuwing te genereren of door geen vermogen meer aan de motor te leveren. De kenmerken van het ETR vindt u in *Afbeelding 3.17*.



Afbeelding 3.17 Kenmerken elektronisch thermisch relais

De X-as toont de verhouding tussen  $I_{motor}$  en  $I_{motor}$  nominaal. De Y-as toont de tijd in seconden voordat het ETR uitschakelt. De curves tonen het karakteristieke nominale toerental, bij twee keer het nominale toerental en bij 0,2 keer het nominale toerental.

Bij lagere toerentallen schakelt het ETR uit bij een lagere warmteontwikkeling vanwege de verminderde koeling van de motor. Op die manier wordt de motor beschermd tegen oververhitting, ook bij lage toerentallen. De ETR-functie berekent de motortemperatuur op basis van de actuele stroom en het actuele toerental.

### 3.4.9 Uitgangscontactor

Hoewel dit over het algemeen niet wordt aanbevolen, is het gebruik van een uitgangscontactor tussen de motor en de frequentieomvormer niet schadelijk voor de frequentieomvormer. Het sluiten van een voorheen geopende uitgangsschakelaar kan ertoe leiden dat een actieve frequentieomvormer wordt aangesloten op een gestopte motor. Hierdoor kan de frequentieomvormer uitschakelen (trip) en een fout weergeven.

### 3.4.10 Remfuncties

Gebruik een statische (mechanische) of dynamische rem om de belasting op de motoras te remmen.

### 3.4.11 Dynamisch remmen

Dynamische remmen vindt plaats door middel van:

- Weerstandrem: Een rem-IGBT zorgt ervoor dat de overspanning onder een voorgeschreven drempel blijft door de remenergie van de motor af te voeren naar de remweerstand.
- AC-rem: De remenergie wordt verdeeld in de motor door de verliescondities in de motor te

wijzigen. De AC-remfunctie kan niet worden gebruikt in toepassingen met een hoge wisselfrequentie omdat dit zal leiden tot oververhitting van de motor.

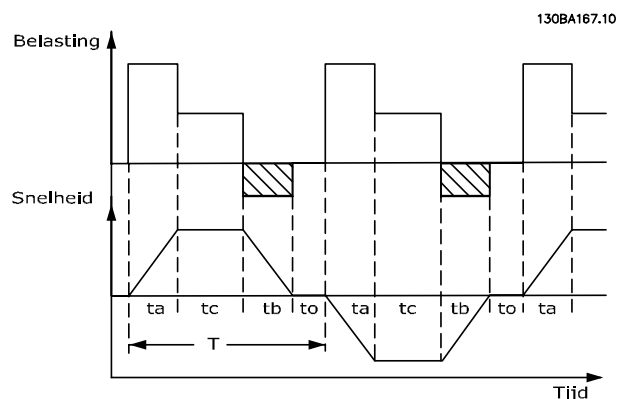
- DC-rem: Een overgemoduleerde DC-stroom die aan de AC-stroom wordt toegevoegd, werkt als een wervelstroomrem.

### 3.4.12 Berekening remweerstand

Een remweerstand is vereist om tijdens elektrisch gegenereerd remmen de warmte af te voeren en toename van de DC-tussenkringspanning op te vangen. Het gebruik van een remweerstand zorgt ervoor dat de energie wordt geabsorbeerd in de remweerstand en niet in de frequentieomvormer. Zie de *Brake Resistor Design Guide* voor meer informatie.

#### Berekening belastingscyclus

Als de hoeveelheid kinetische energie die tijdens elke remperiode wordt overgebracht naar de weerstand niet bekend is, kan het gemiddelde vermogen worden berekend op basis van de cyclustijd en de remtijd (intermitterende belastingscyclus). De weerstand voor een intermitterende belastingscyclus is een indicatie van de belastingscyclus wanneer de weerstand actief is (zie *Afbeelding 3.18*). Leveranciers van motoren gebruiken vaak S5 ter specificatie van de toelaatbare belasting, een uitdrukking van de intermitterende belastingscyclus.



Afbeelding 3.18 Belastingscyclus remweerstand

Bereken de intermitterende belastingscyclus voor de weerstand wordt als volgt:

$$\text{Belastingscyclus} = t_b/T$$

T is de cyclustijd in seconden

$t_b$  is de remtijd in seconden (van de cyclustijd)

Danfoss levert remwestanden met een belastingscyclus van 5%, 10% en 40%. Bij een belastingscyclus van 10% absorberen de remwestanden het remvermogen gedurende 10% van de cyclustijd. De resterende 90% van de cyclustijd wordt gebruikt om de overtollige warmte af te voeren.

Zorg ervoor dat de weerstand geschikt is voor de vereiste remtijd.

#### Berekening remweerstand

Om te voorkomen dat de frequentieomvormer om veiligheidsredenen uitschakelt wanneer de motor remt, moet u de weerstandswaarde selecteren op basis van het piekremvermogen en de tussenkringspanning. Bereken de weerstand van de remweerstand als volgt:

$$R_{br} = \frac{U_{dc}^2}{P_{peak}} [\Omega]$$

De prestaties van de remweerstand hangen af van de DC-tussenkringspanning ( $U_{dc}$ ).

$U_{dc}$  is de spanning waarbij de rem wordt geactiveerd. De remfunctie van de FC-serie wordt bepaald op basis van de netvoeding.

Netvoedingsingang [V AC]	Rem actief [V DC]	Waarschuwing hoge spanning [V DC]	Alarm overspanning [V DC]
FC 202 3 x 200-240	390	405	410
FC 202 3 x 380-480	778	810	820
FC 202 3 x 525-600 <sup>1)</sup>	943	965	975
FC 202 3 x 525-600 <sup>2)</sup>	1099	1109	1130
FC 202 3 x 525-690	1099	1109	1130

Tabel 3.18 DC-tussenkringspanning ( $U_{dc}$ )

1) Behuizingsgrootte A, B, C

2) Behuizingsgrootte D, E, F

Gebruik de remweerstand  $R_{rec}$  om ervoor te zorgen dat de frequentieomvormer in staat is om te remmen bij het hoogst mogelijke remkoppel ( $M_{br(\%)}$ ) van 160%. De formule kan als volgt worden geschreven:

$$R_{rec} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{P_{motor} \times M_{br(\%)} \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

$\eta_{motor}$  is typisch 0,90

$\eta_{VLT}$  is typisch 0,98

Wanneer een remweerstand met een hogere weerstand wordt geselecteerd, kan het remkoppel van 160%/150%/110% niet worden gehaald en bestaat het risico dat de frequentieomvormer om veiligheidsredenen uitschakelt bij overspanning van de DC-tussenkring.

Om bij een lager koppel, bijvoorbeeld 80%, te kunnen remmen, is het mogelijk om een remweerstand met een lager nominaal vermogen te installeren. Bereken de maat met behulp van de formule voor het berekenen van  $R_{rec}$ .

Frequentieomvormer met behuizingsgrootte D en F bevatten meer dan één remchopper. Gebruik voor deze behuizingsgroottes een remweerstand voor elke chopper.



De *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide* bevat de meest actuele selectiegegevens en beschrijft de berekeningsstappen in meer detail, zoals:

- berekening van het remvermogen;
- berekening van het piekvermogen van de remweerstand;
- Berekening van het gemiddelde vermogen van de remweerstand;
- Afremmen van massa traagheid.

### 3.4.13 Remweerstandkabels

#### EMC (gedraaide kabels/afscherming)

Gebruik afgeschermd kabels/draden om de gespecificeerde EMC-prestaties van de frequentieomvormer te realiseren. Bij gebruik van niet-afgeschermd draden raden we aan om de draden ineens te draaien om de elektrische ruis van de draden tussen de remweerstand en de frequentieomvormer te beperken.

Gebruik een metalen afscherming om de EMC-prestaties te verbeteren.

### 3.4.14 Remweerstand en rem-IGBT

#### Bewaking remweerstandvermogen

Bovendien maakt de rembewakingsfunctie het mogelijk om het actuele vermogen en het gemiddelde vermogen over een geselecteerde tijdsperiode uit te lezen. De rem kan ook het remvermogen bewaken en ervoor zorgen dat dit niet boven een bepaalde, in *2-12 Begrenzing remvermogen (kW)* ingestelde begrenzing uitkomt. Selecteer in *2-13 Bewaking remvermogen* de functie die moet worden uitgevoerd wanneer het vermogen dat wordt overgebracht naar de remweerstand, de in *2-12 Begrenzing remvermogen (kW)* ingestelde begrenzing overschrijdt.

#### **LET OP**

**De bewaking van het remvermogen is geen veiligheidsfunctie. Het remweerstandcircuit beschikt niet over aardlekbeveiliging.**

De rem is beveiligd tegen kortsluiting van de remweerstand en de remtransistor wordt bewaakt zodat kortsluiting van de transistor tijdig ontdekt wordt. Gebruik een relaisuitgang of digitale uitgang om de remweerstand bij een fout in de frequentieomvormer te beschermen tegen overbelasting.

Als alternatieve remfunctie kunt in *2-17 Overspanningsreg.* een overspanningsbeveiliging (OVC) inschakelen. Deze functie is actief voor alle eenheden bij een toename van de DC-tussenkringspanning. De functie zorgt ervoor dat een uitschakeling (trip) kan worden vermeden. Dit gebeurt door de uitgangsfrequentie te verhogen om de spanning vanuit de DC-tussenkring te beperken. Dit is een nuttige

functie wanneer bijvoorbeeld de uitlooptijd te kort is, aangezien uitschakeling van de frequentieomvormer zo wordt vermeden. In deze situatie wordt de uitlooptijd verlengd.

### 3.4.15 Energierendement

#### Rendement van de frequentieomvormer

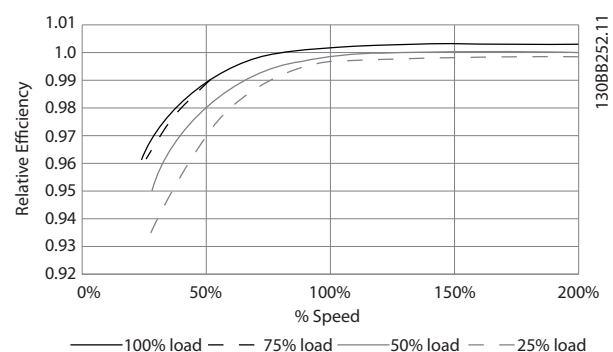
De belasting van de frequentieomvormer heeft weinig invloed op het rendement.

Dit houdt tevens in dat het rendement van de frequentieomvormer niet verandert door het wijzigen van de U/f-karakteristieken. De U/f-karakteristiek is echter wel van invloed op het rendement van de motor.

Het rendement daalt enigszins als de schakelfrequentie is ingesteld op een waarde boven 5 kHz. Het rendement zal ook enigszins afnemen als de motorkabel langer is dan 30 m.

#### Rendement berekenen

Bereken het rendement van de frequentieomvormer bij verschillende belastingen op basis van *Afbeelding 3.19*. Vermenigvuldig de factor in deze grafiek met de relevante rendementsfactor die in *hoofdstuk 7.1 Elektrische gegevens* staat vermeld.



**Afbeelding 3.19** Typische rendementscurves

Voorbeeld: uitgaande van een 55 kW, 380-480 V AC-frequentieomvormer met een belasting van 25% en een toerental van 50%. De grafiek geeft 0,97 aan, terwijl het nominale rendement voor een 55 kW-frequentieomvormer 0,98 bedraagt. Het feitelijke rendement is dan:  $0,97 \times 0,98 = 0,95$ .

**Motorrendement**

Het rendement van een motor die is aangesloten op de frequentieomvormer, hangt af van het magnetiseringsniveau. Het motorrendement is afhankelijk van het type motor.

- Binnen het gebied van 75-100% van het nominale koppel is het motorrendement bijna constant, zowel bij aansluiting op de frequentieomvormer als bij werking direct op het net.
- De invloed van de U/f-karakteristiek op kleine motoren is marginaal. Bij gebruik van motoren vanaf 11 kW is de gunstige invloed op het rendement echter aanzienlijk.
- De schakelfrequentie is niet van invloed op het rendement van kleine motoren. Bij motoren van 11 kW en hoger verbetert het rendement met 1-2%. Dit komt omdat de sinusvorm van de motorstroom bij hoge schakelfrequenties bijna perfect is.

**Systeemrendement**

Het systeemrendement is te berekenen door het rendement van de frequentieomvormer te vermenigvuldigen met het rendement van de motor.

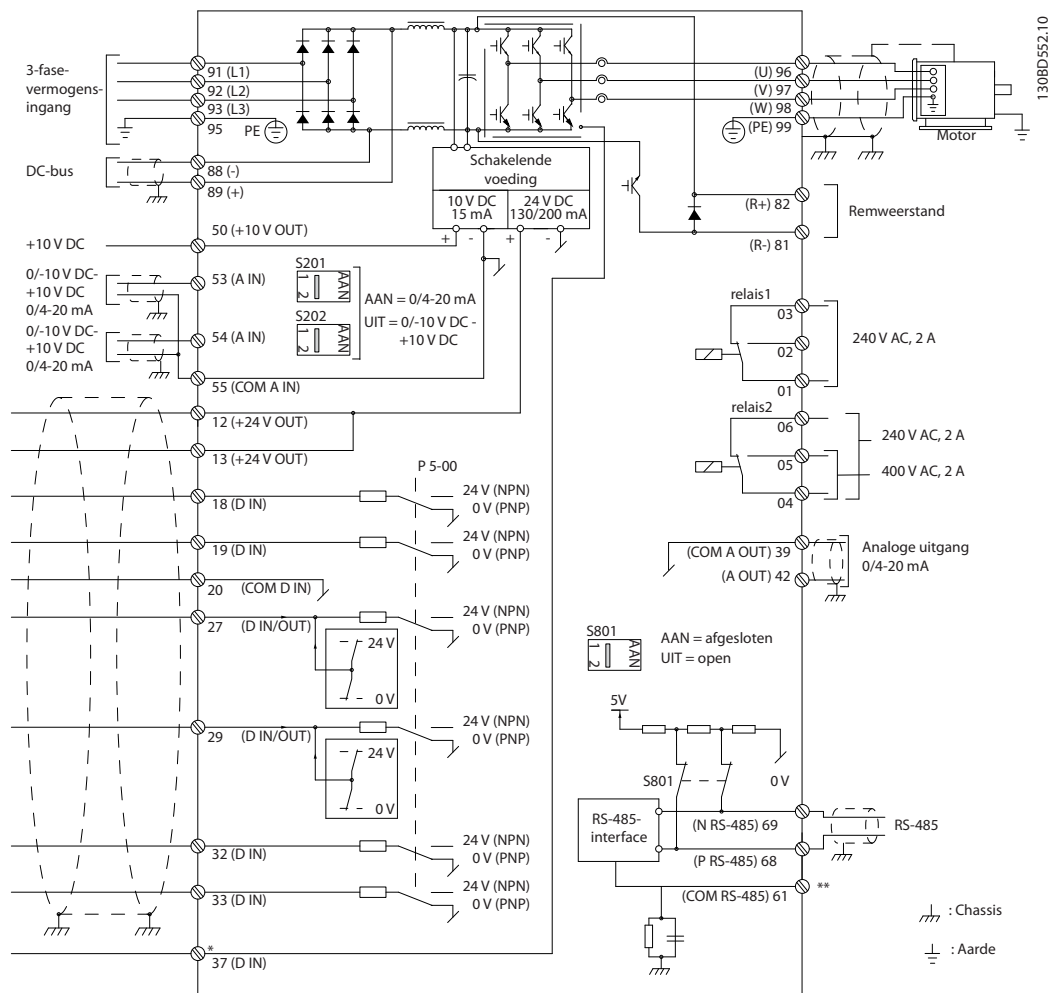
### 3.5 Extra ingangen en uitgangen

#### 3.5.1 Bedradingschema

Wanneer de stuurklemmen zijn bedraad en correct zijn geprogrammeerd, voorzien ze in:

- terugkoppings-, referentie- en andereingangssignalen naar de frequentieomvormer;
- communicatie van status en foutcondities van de frequentieomvormer;
- relais voor het aansturen van hulpapparatuur;
- een interface voor seriële communicatie;
- 24 V-common.

Stuurklemmen zijn voor diverse functies te programmeren door middel van de parameteropties via het lokale bedieningspaneel (LCP) aan de voorzijde van de eenheid of via externe bronnen. De meeste stuurkabels moeten door de klant zelf worden geleverd, tenzij ze af fabriek zijn besteld.



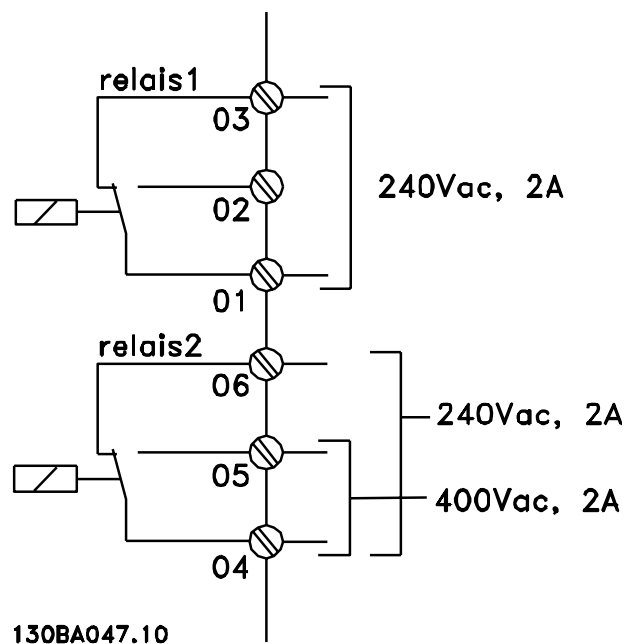
Afbeelding 3.20 Eenvoudig bedradingschema

A = analoog, D = digitaal

\*Klem 37 (optioneel) wordt gebruikt voor STO. Installatie-instructies voor de STO-functie vindt u in de *VLT@Frequency Converters - Safe Torque Off Operating Instructions*.

\*\*Sluit de kabelafscherming niet aan.

## 3.5.2 Relaisaansluitingen



Relais	Klem <sup>1)</sup>	Beschrijving
1	1	gemeenschappelijk
	2	normaal geopend maximaal 240 V
	3	normaal gesloten maximaal 240 V
2	4	gemeenschappelijk
	5	normaal gesloten maximaal 240 V
	6	normaal gesloten maximaal 240 V
1	01-02	maak (normaal geopend)
	01-03	verbreek (normaal gesloten)
2	04-05	maak (normaal geopend)
	04-06	verbreek (normaal gesloten)

Afbeelding 3.21 Relaisuitgang 1 en 2, maximale spanning

1) Installeer VLT® Relay Card MCB 105 of VLT® Extended Relay Card MCB 113 om meer relaisuitgangen toe te voegen.

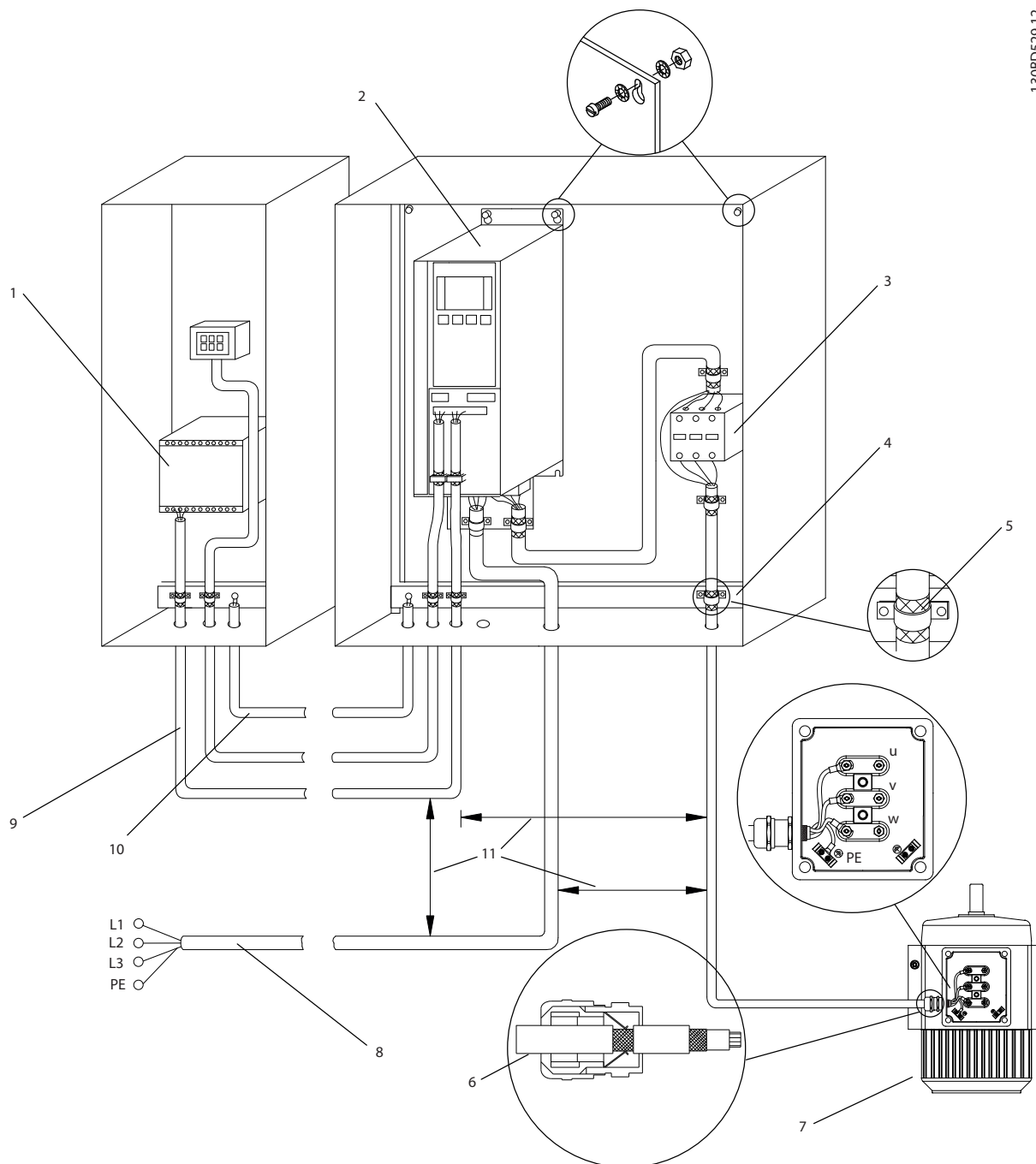
Zie hoofdstuk 7 Specificaties en hoofdstuk 8.3 Tekeningen voor relaisklemmen voor meer informatie over relais.

Zie hoofdstuk 3.7 Opties en accessoires voor meer informatie over relaisopties.

3.5.3 EMC-correcte elektrische aansluiting

130BD529.12

3



1	PLC	7	Motor, 3 fasen en aardverbinding (afgeschermd)
2	Frequentieomvormer	8	Net, 3 fasen en versterkte aardverbinding (niet afgeschermd)
3	Uitgangcontactor	9	Stuurkabels (afgeschermd)
4	Kabelklem	10	Potentiaalvereffening min. 16 mm <sup>2</sup> (0,025 in)
5	Kabelisolatie (gestript)	11	Vrije ruimte tussen stuurkabel, motorkabel en netkabel: Minimaal 200 mm
6	Kabelwartel		

Afbeelding 3.22 EMC--correcte elektrische aansluiting

Zie hoofdstuk 2.5.18 EMC-conformiteit en hoofdstuk 3.2 EMC, harmonischen en aardlekbeveiliging voor meer informatie over EMC.

**LET OP**

3

**EMC-STORINGEN**

Gebruik afgeschermd kabels voor motor en stuurkabels en afzonderlijke kabels voor ingangsvermogen, motorkabels en stuurkabels. Als voedings-, motor- en stuurkabels niet van elkaar worden gescheiden, kan dit resulteren in een onbedoelde werking of verminderde prestaties. De afstand tussen voedings-, motor- en stuurkabels moet minimaal 200 mm (7,9 inch) bedragen.

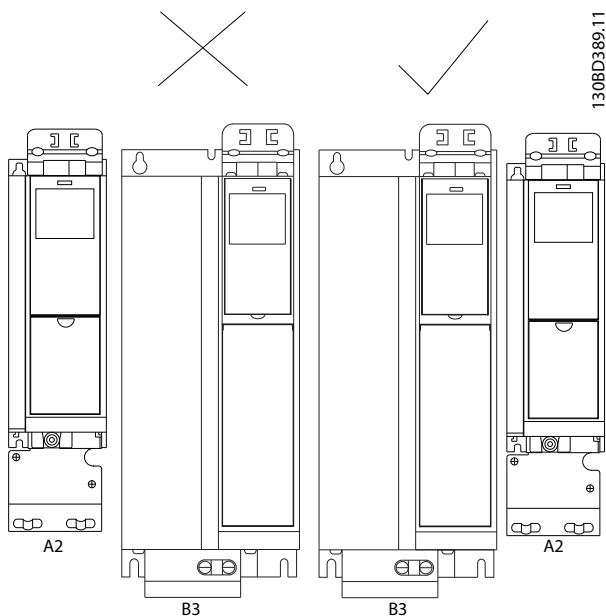
**3.6 Mechanische planning**

**3.6.1 Vrije ruimte**

Installatie naast elkaar is mogelijk voor alle behuizingsgroottes, behalve bij gebruik van een IP 21/IP 4X/Type 1-behuizingsset (zie hoofdstuk 3.7 Opties en accessoires).

**Horizontale vrije ruimte, IP 20**

De behuizingsgroottes A en B met IP 20 kunnen zonder vrije ruimte naast elkaar worden geplaatst. Hierbij is de juiste montagevolgorde wel belangrijk. Afbeelding 3.23 toont de juiste montage.



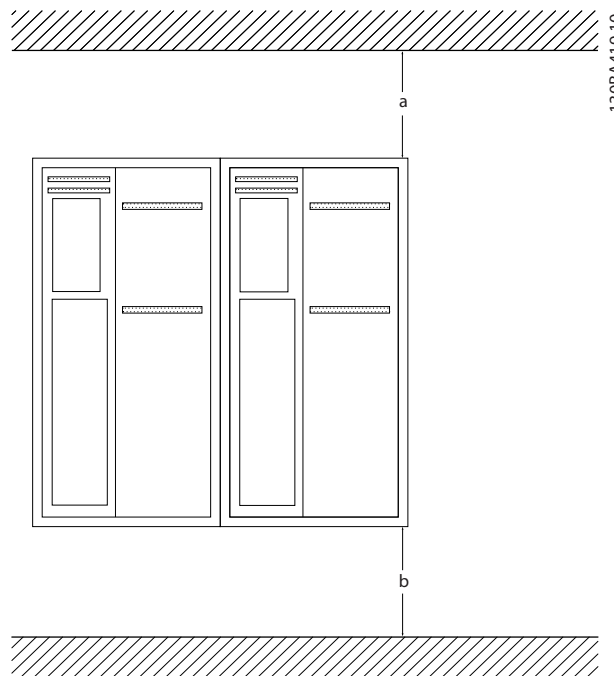
Afbeelding 3.23 Correcte installatie naast elkaar zonder vrije ruimte

**Horizontale vrije ruimte, IP 21-behuizingsset**

Bij gebruik van de IP 21-behuizingsset voor behuizingsgrootte A1, A2 of A3 moet u tussen de frequentieomvormers een vrije ruimte aanhouden van minimaal 50 mm.

**Verticale vrije ruimte**

Voor optimale koelomstandigheden moet u ervoor zorgen dat de lucht boven en onder de frequentieomvormer vrij kan circuleren. Zie Afbeelding 3.24.



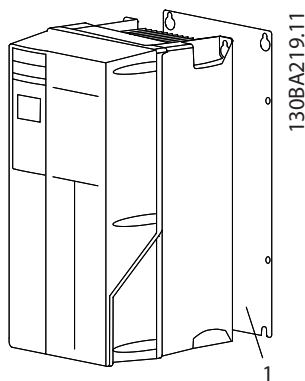
Afmetingen behuizing	A1*/A2/A3/A4/ A5/B1	B2/B3/B4/ C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

Afbeelding 3.24 Verticale vrije ruimte

**3.6.2 wandmontage**

Bij montage op een vlakke wand hebt u geen achterwand nodig.

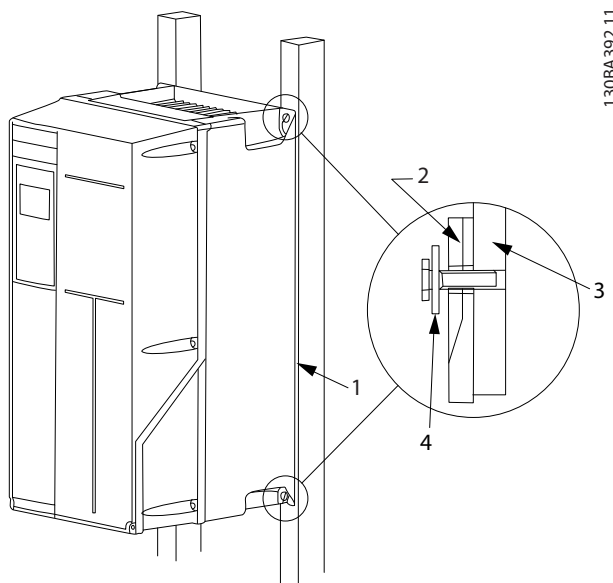
Gebruik een achterwand bij montage op een niet vlakke wand om te zorgen voor voldoende koellucht over het koellichaam. Gebruik de achterwand alleen bij behuizing A4, A5, B1, B2, C1 en C2.



1	Achterwand
---	------------

**Afbeelding 3.25 Montage met achterwand**

Gebruik voor frequentieomvormers met beschermingsklasse IP 66 een sluitring van vezel of nylon om de epoxycoating te beschermen.



1	Achterwand
2	Frequentieomvormer met IP 66-behuizing
3	Achterwand
4	Vezel sluitring

**Afbeelding 3.26 Montage met achterwand voor beschermingsklasse IP 66**

### 3.6.3 Toegang

Raadpleeg de tekeningen in *hoofdstuk 8.1 Tekeningen voor aansluiting netvoeding (3 fasen)* en *hoofdstuk 8.2 Tekeningen voor motoraansluiting* wanneer u voorafgaand aan de montage de toegang tot de bekabeling gaat plannen.

## 3.7 Opties en accessoires

### Opties

Zie *hoofdstuk 6 Typecode en selectie* voor bestelnummers

### Netafscherming

- Voedingsklemmen en ingangsplaten kunnen worden voorzien van Lexan® afscherming om bescherming te bieden tegen onbedoeld aanraken wanneer de deur van de behuizing openstaat.
- Verwarmingstoestellen en thermostaat: Om condensvorming in de behuizing te voorkomen, kunnen in behuizingen van frame F verwarmingstoestellen worden gemonteerd die worden geregeld via een automatische thermostaat. Bij gebruik van de standaardinstellingen van de thermostaat worden de verwarmingstoestellen ingeschakeld bij 10 °C (50 °F) en uitgeschakeld bij 15,6 °C (60 °F).

### RFI-filters

- Frequentieomvormers zijn standaard uitgerust met geïntegreerde RFI-filters, klasse A2. Voor een hogere mate van RFI-bescherming zijn optionele RFI-filters voor klasse A1 leverbaar. Deze bieden onderdrukking van RF-interferentie en elektromagnetische straling overeenkomstig EN 55011.

### Reststroomapparaat (RCD)

Gebruik de kernbalansmethode om aardsluitstromen te bewaken in gearde systemen en gearde systemen met een hoge weerstand (TN- en TT-systemen in IEC-terminologie). Er is een waarschuwingssetpoint (50% van alarmsetpoint) en een alarmsetpoint. Bij elk setpoint hoort een SPDT-alarmrelais voor extern gebruik. Hiervoor is een externe stroomtransformator van het *venstertype* nodig (te leveren en te installeren door de klant).

- Geïntegreerd in het STO-circuit van de frequentieomvormer
- IEC 60755 Type B apparaatbewaking, pulserende DC- en zuivere DC-aardsluitstromen
- Niveau-indicatie van aardsluitstroom door middel van ledbalkje (10-100% van het setpoint)
- Foutgeheugen
- TEST/RESET-toets

### Isolatieweerstandsmonitor (IRM)

Bewaakt de isolatieweerstand in ongeaarde systemen (IT-systemen in IEC-terminologie) tussen de systeemfasegeleiders en aarde. Er is een ohms waarschuwingssetpoint en een alarmsetpoint voor het isolatieniveau. Bij elk setpoint hoort een SPDT-alarmrelais voor extern gebruik. NB Op elk ongeaard (IT-) systeem kan slechts één isolatieweerstandsmonitor worden aangesloten.

- Geïntegreerd in het veiligstopcircuit van de frequentieomvormer
- Lcd-display voor de isolatieweerstand

- Foutgeheugen
- De toetsen INFO, TEST en RESET

#### Remchopper (IGBT's)

- Een IGBT-remchoppercircuit maakt het mogelijk om externe remweerstand aan te sluiten. Zie hoofdstuk 3.4.12 *Berekening remweerstand* en voor meer informatie over remweerstand.

#### Regeneratieve klemmen

- Deze klemmen maken het mogelijk om regeneratieve eenheden aan te sluiten op de DC-bus aan de condensatorbankzijde van de DC-tussenkringspoelen voor regeneratief remmen. De regeneratieve klemmen voor frame F zijn berekend op ongeveer de helft van het nominale vermogen van de frequentieomvormer. Neem contact op met de fabriek voor de geldende limieten voor het regeneratieve vermogen op basis van de vermogensklasse en spanning van uw specifieke frequentieomvormer.

#### Loadsharingklemmen

- Deze klemmen zorgen voor aansluiting op de DC-bus aan de gelijkrichterzijde van de DC-tussenkringspoelen maken het mogelijk om het vermogen van de DC-bus te delen met meerdere frequentieomvormers. De loadsharingklemmen voor frame F zijn berekend op ongeveer 1/3 van het nominale vermogen van de frequentieomvormer. Neem contact op met de fabriek voor de geldende loadsharinglimieten op basis van de vermogensklasse en spanning van uw specifieke frequentieomvormer.

#### Zekeringen

- Het gebruik van zekeringen wordt aanbevolen voor een snel reagerende beveiliging tegen stroomoverbelasting van de frequentieomvormer. Beveiliging door middel van zekeringen beperkt eventuele schade aan de frequentieomvormer en zorgt voor een minimale stilstandtijd bij storingen. Zekeringen moeten voldoen aan de certificering voor maritieme toepassingen.

#### Netschakelaar

- Een op de deur gemonteerde hendel voor handmatige bediening van een netschakelaar om de spanning naar de frequentieomvormer in- of uit te schakelen en zo de veiligheid tijdens onderhoudswerkzaamheden te verhogen. De netschakelaar zorgt tevens voor vergrendeling van de deur van de behuizing om te voorkomen dat deze kan worden geopend wanneer er nog spanning op de eenheid staat.

#### Circuitbreakers

- Een circuitbreaker kan extern worden uitgeschakeld (trip) maar moet handmatig worden gereset. Circuitbreakers werken tevens als vergrendeling van de deuren van de behuizing

om te voorkomen dat deze kunnen worden geopend terwijl er nog spanning op de eenheid staat. Optionele circuitbreakers worden geleverd inclusief zekeringen voor een snel reagerende beveiliging tegen stroomoverbelasting van de frequentieomvormer.

#### Contactors

- Een elektrisch gestuurde contactor maakt het mogelijk de spanning naar de frequentieomvormer op afstand in- en uit te schakelen. Als de IEC-noodstopoptie is besteld, bewaakt het Pilz-veiligheidsrelais een hulpcontact op de contactor.

#### Handmatige motorstarters

Voorziet in 3-fasespanning voor de elektrische koelventilatoren die vaak vereist zijn bij grotere motoren. De spanning voor de starters wordt geleverd via de belastingzijde van een aanwezige contactor, circuitbreaker of netschakelaar of via de ingangszijde van het optionele RFI-filter, klasse 1. De spanning is beveiligd met een zekering vóór elke motorstarter, en is uitgeschakeld wanneer de spanning naar de frequentieomvormer is uitgeschakeld. Maximaal twee starters zijn toegestaan (slechts één als een op 30 A afgezekerd circuit is besteld). Geïntegreerd in het STO-circuit van de frequentieomvormer.

De eenheid biedt de volgende functies:

- Bedieningsschakelaar (aan/uit)
- Kortsluit- en overbelastingsbeveiliging met testfunctie
- Handmatige resetfunctie

#### Op 30 A afgezekerde voedingsklemmen

- 3-fasespanning die overeenkomt met de inkomende netspanning voor het aansluiten van ondersteunende apparatuur van de klant
- Niet beschikbaar als 2 handmatige motorstarters zijn geselecteerd
- De klemmen zijn uitgeschakeld wanneer de spanning naar de frequentieomvormer is uitgeschakeld.
- De spanning voor de klemmen met zekering wordt geleverd via de belastingzijde van een aanwezige contactor, circuitbreaker of netschakelaar of via de ingangszijde van het optionele RFI-filter, klasse 1.

#### 24 V DC-voeding

- 5 A, 120 W, 24 V DC.
- Beveiligd tegen overstroom aan de uitgang, overbelasting, kortsluiting en overtemperatuur.
- Voor het leveren van spanning voor ondersteunende apparatuur van de klant, zoals PLC I/O, contactors, temperatuurvoelers, indicatie-lampjes en/of andere elektronische hardware.



- Diagnostiek door middel van onder meer een droog DC OK-contact, een groene DC OK-led en een rode overbelastingled.

#### Externe temperatuurbewaking

- Bedoeld voor het bewaken van de temperatuur van externe systeemcomponenten, zoals de motorwikkelingen en/of lagers. Inclusief 8 universele ingangsmodule plus 2 specifieke thermistoringangsmodule. Alle 10 modules zijn geïntegreerd in het STO-circuit van de frequentieomvormer en kunnen worden bewaakt via een veldbusnetwerk (hiervoor is het nodig om een afzonderlijke module/buskoppeling aan te schaffen). Bestel een STO-remoptie om externe temperatuurbewaking mogelijk te maken.

#### Seriële communicatie

##### PROFIBUS DP MCA 101

- PROFIBUS DP V1 biedt uitgebreide compatibiliteit, een hoge beschikbaarheid, ondersteuning voor alle toonaangevende PLC-leveranciers en compatibiliteit met toekomstige versies.
- Snelle en efficiënte communicatie, transparante installatie, geavanceerde diagnostiek en parameterinstelling, en automatische configuratie van procesdata via GSD-bestanden.
- Instellen van acyclische parameters via PROFIBUS DP V1, PROFIdrive of Danfoss FC-profiel, PROFIBUS DP V1, master klasse 1 en 2 Bestelnummer 130B1100 ongecoat – 130B1200 gecoat (klasse G3/ISA S71.04-1985).

##### DeviceNet MCA 104

- Dit moderne communicatiemodel biedt geavanceerde functionaliteit waarmee operators effectief kunt bepalen welke gegevens nodig zijn en wanneer.
- Dankzij het strikte ODVA-beleid ten aanzien van conformiteitstesten zijn producten onderling koppelbaar. Bestelnummer 130B1102 ongecoat, 130B1202 gecoat (klasse G3/ISA S71.04-1985).

##### PROFINET MCA 120

De PROFINET-optie biedt connectiviteit met PROFINET-gebaseerde netwerken via het PROFINET-protocol. De optie is in staat om een enkele verbinding met een werkelijk pakketinterval vanaf slechts 1 ms in beide richtingen te verwerken.

- Ingebouwde webserver voor diagnose en uitlezing van elementaire frequentieomvormerparameters op afstand.
- Configuratieoptie om automatisch e-mailberichten naar een of meer ontvangers te verzenden wanneer bepaalde waarschuwingen of alarmen worden gegenereerd of zijn opgeheven.

- TCP/IP voor eenvoudige toegang tot frequentieomvormerconfiguratiegegevens via MCT 10 setupsoftware.
- Bestanden uploaden en downloaden via FTP (File Transfer Protocol).
- Ondersteuning van DCP (Discovery and Configuration Protocol).

##### EtherNet IP MCA 121

Ethernet is de toekomstige communicatiestandaard voor de fabrieksvloer. De EtherNet-optie is gebaseerd op de nieuwste technologie die op dit moment beschikbaar is voor de meest veeleisende industriële toepassingen. EtherNet / IP breidt commercieel standaard-Ethernet uit tot het Common Industrial Protocol (CIP™), met hetzelfde upper-layerprotocol en objectmodel als in DeviceNet wordt gebruikt. De MCA 121 biedt geavanceerde functies, zoals:

- Ingebouwde hoogwaardige switch maakt een lijntopologie mogelijk zonder gebruik te maken van externe switches.
- Geavanceerde schakel- en diagnosefuncties.
- Een ingebouwde webserver.
- Een e-mailclient voor het automatisch verzenden van serviceberichten.

##### Modbus TCP MCA 122

De Modbus-optie biedt connectiviteit met Modbus TCP-gebaseerd netwerken, zoals Groupe Schneider PLC-systeem via het Modbus TCP-protocol. De optie is in staat om een enkele verbinding met een werkelijk pakketinterval vanaf slechts 5 ms in beide richtingen te verwerken.

- Ingebouwde webserver voor diagnose en uitlezing van elementaire frequentieomvormerparameters op afstand.
- Configuratieoptie om automatisch e-mailberichten naar een of meer ontvangers te verzenden wanneer bepaalde waarschuwingen of alarmen worden gegenereerd of zijn opgeheven.
- 2 Ethernet-poorten met ingebouwde schakelaar.
- Bestanden uploaden en downloaden via FTP (File Transfer Protocol).
- Automatische configuratie van het IP-adres op basis van het protocol.

#### Meer opties

##### General Purpose I/O MCB 101

De I/O-optie biedt een aantal extra sturingen en -uitgangen.

- 3 digitale ingangen 0-24 V: logische 0 < 5 V; logische 1 > 10 V
- 2 analoge ingangen 0-10 V: resolutie 10 bit plus teken
- 2 digitale uitgangen NPN/PNP push-pull
- 1 analoge uitgang 0/4-20 mA

- Geveerde aansluiting
- Afzonderlijke parameterinstellingen Bestelnummer 130B1125 ongecoat – 130B1212 gecoat (klasse G3/ISA S71.04-1985)

### Relaisoptie MCB 105

Maakt het mogelijk om de relaisfuncties uit te breiden met 3 extra relaisuitgangen.

- Maximale klembelasting: AC-1 resistieve belasting: 240 V AC 2 A AC-15
- Inductieve belasting bij  $\cos \varphi$  0,4: 240 V AC 0,2 A DC-1
- Resistieve belasting: 24 V DC 1 A DC-13
- Inductieve belasting: bij  $\cos \varphi$  0,4: 24 V DC 0,1 A
- Minimale klembelasting: DC 5 V: 10 mA
- Maximale schakelsnelheid bij nominale belasting/min. belasting: 6 min-1/20 s-1
- Bestelnummer 130B1110 ongecoat, 130B1210 gecoat (klasse G3/ISA S71.04-1985)

### Analog I/O-optie MCB 109

Deze analoge in-/uitgangsoptie is eenvoudig te bevestigen in de frequentieomvormer, voor geavanceerde prestaties en regeling met behulp van de extra in-/uitgangen. Deze optie voorziet de frequentieomvormer tevens van backupvoeding met batterij voor de interne klok van de frequentieomvormer. Hiermee is een betrouwbare werking van alle klokfuncties van de frequentieomvormer, waaronder tijdgebonden acties, gewaarborgd.

- 3 analoge ingangen, die in te stellen zijn als spannings- of temperatuur-ingangen.
- Aansluiting van analoge signalen van 0-10 V, en van Pt 1000- en Ni 1000-temperatuur-ingangen.
- 3 analoge uitgangen, die in te stellen zijn als 0-10 V-uitgangen.
- Geïntegreerde backupvoeding voor de standaard klokfunctie van de frequentieomvormer. De backupbatterij gaat gewoonlijk 10 jaar mee, afhankelijk van de omgevingscondities. Bestelnummer 130B1143 ongecoat, 130B1243 gecoat (klasse G3/ISA S71.04-1985).

### PTC Thermistor Card MCB 112

Met de PTC Thermistor Card MCB 112 kunnen alle Danfoss-frequentieomvormers met STO worden gebruikt om motoren in explosiegevaarlijke omgevingen te bewaken. MCB 112 biedt superieure prestaties in vergelijking met de ingebouwde ETR-functie en de thermistorklem.

- Beschermt de motor tegen oververhitting.
- ATEX-goedgekeurd voor gebruik met Ex d- en EX e-motoren.

- Maakt gebruik van de STO-functie van Danfoss-frequentieomvormers om de motor te stoppen in geval van overtemperatuur.
- Gecertificeerd voor gebruik voor het beveiligen van motoren in zone 1, 2, 21 en 22.
- Gecertificeerd tot SIL2.

### Sensor Input MCB 114

De optie beschermt de motor tegen oververhitting door de temperatuur van de lagers en wikkelingen in de motor te bewaken. Zowel de limieten als de actie zijn configureerbaar, en de individuele sensortemperatuur kan worden uitgelezen via het display of een veldbus.

- Beschermt de motor tegen oververhitting.
- 3 zelfdetecterende sensingangen voor 2- of 3-draads Pt 100/Pt 1000-sensoren.
- 1 extra analoge ingang 4-20 mA.

### Extended Cascade Controller MCO 101

Eenvoudig te bevestigen en te gebruiken om de ingebouwde cascaderegelaar uit te breiden voor het regelen van meer pompen en een meer geavanceerde pompregeling in master-slavemodus.

- Tot 6 pompen in een standaard cascadeconfiguratie
- Tot 6 pompen in een master-slaveconfiguratie
- Technische specificatie: zie Relay Card MCB 105

### Extended Relay Card MCB 113

De Extended Relay Card MCB 113 voegt in-/uitgangen toe aan de VLT® AQUA Drive, voor extra flexibiliteit.

- 7 digitale ingangen: 0-24 V
- 2 analoge uitgangen: 0/4-20 mA
- 4 SPDT-relais
- Nominale belasting relais: 240 V AC/2 A (ohm)
- Voldoet aan NAMUR-aanbevelingen
- Galvanischescheidingsfunctie Bestelnummer 130B1164 ongecoat, 130B1264 gecoat (klasse G3/ISA S71.04-1985)

### Advanced Cascade Controller MCO 102

Voorziet in extra functionaliteit voor de standaard cascade-regelaar die in frequentieomvormers is geïntegreerd.

- Biedt 8 extra relais voor het gefaseerd in- en uitschakelen van extra motoren.
- Biedt een nauwkeurige flow-, druk- en niveauregeling voor optimalisatie van het rendement van systemen met meerdere pompen of blowers.
- In de master-slavemodus werken alle ventilatoren/pompen op hetzelfde toerental, waardoor het energieverbruik kan worden gehalveerd ten opzichte van het gebruik van

smoorkleppen of conventionele, directe in- en uitschakeling.

- Gelijktijdig gebruik van pompen en blowers dankzij wisselende hoofdpomp.

### 24 V External Supply MCB 107

Deze optie maakt het mogelijk om een externe DC-voeding aan te sluiten, waardoor de stuurkaart en geïnstalleerde opties blijven werken bij uitval van de netspanning.

- Bereik ingangsvermogen: 24 V DC  $\pm$  15% (max. 37 V in 10 s).
- Maximale ingangsstroom: 2,2 A.
- Maximale kabellengte: 75 m.
- Ingangsbelastingscapaciteit: < 10  $\mu$ F.
- Inschakelvertraging: < 0,6 s.
- Eenvoudig te installeren in frequentieomvormers in bestaande machines.
- Zorgt dat de stuurkaart en opties blijven werken bij stroomonderbrekingen.
- Zorgt dat veldbussen blijven werken bij stroomonderbrekingen Bestelnummer 130B1108 ongecoat, 130B1208 gecoat (klasse G3/ISA S71.04-1985).

### 3.7.1 Communicatieopties

- VLT® PROFIBUS DP MCA 101
- VLT® DeviceNet MCA 104
- VLT® PROFINET MCA 120
- VLT® EtherNet/IP MCA 121
- VLT® Modbus TCP MCA 122

Zie hoofdstuk 7 Specificaties voor meer informatie.

### 3.7.2 Ingang/uitgang, terugkoppeling en veiligheidsopties

- VLT® General Purpose I/O MCB 101
- VLT® Relay Card MCB 105
- VLT® PTC Thermistor Card MCB 112
- VLT® Extended Relay Card MCB 113
- VLT® Sensor Input MCB 114

Zie hoofdstuk 7 Specificaties voor meer informatie.

### 3.7.3 Cascaderegelingsopties

De cascaderegelaaropties breiden het aantal beschikbare relais uit. Na installatie van de opties zijn de parameters die nodig zijn om de functies van de cascaderegelaar in te stellen, beschikbaar via het bedieningspaneel.

MCO 101 en 102 zijn toevoegbare opties die het ondersteunde aantal pompen en de functionaliteit van de in de VLT® AQUA Drive ingebouwde cascaderegelaar uitbreiden.

De volgende opties voor cascaderegeling zijn beschikbaar voor de VLT® AQUA Drive:

- Ingebouwde basiscascaderegelaar (standaard cascaderegelaar)
- MCO 101 (uitgebreide cascaderegelaar)
- MCO 102 (geavanceerde cascaderegelaar)

Zie hoofdstuk 7 Specificaties voor meer informatie.

De uitgebreide cascaderegelaar kan in 2 modi worden gebruikt:

- Met de uitgebreide functies die worden bepaald in parametergroep 27-\*\* *Cascade CTL Option*.
- Voor uitbreiding van het aantal beschikbare relais voor de basiscascaderegelaar, die zijn in te stellen via parametergroep 25-\*\* *Cascaderegelaar*.

MCO 101 maakt het mogelijk om in totaal 5 relais te gebruiken voor de cascaderegeling. MCO 102 maakt het mogelijk om in totaal 8 pompen te besturen. De opties zijn in staat om van hoofdpomp te wisselen op basis van 2 relais per pomp.

### **LET OP**

Als de MCO 102 is geïnstalleerd, kan met de relaisoptie MCB 105 het aantal relais worden uitgebreid tot 13.

### Toepassing

Een cascaderegeling is een veel gebruikt regelsysteem om parallel aangesloten pompen of ventilatoren op energiezuinige wijze te besturen.

De cascaderegelaaroptie maakt het mogelijk om meerdere, parallel aangesloten pompen te regelen door:

- afzonderlijke pompen automatisch in/uit te schakelen;
- het toerental van de pompen te regelen.

Bij gebruik van cascaderelgaars worden de afzonderlijke pompen automatisch aangezet (gefaseerde inschakeling) en uitgezet (gefaseerde uitschakeling) wanneer dit noodzakelijk is om het vereiste systeemvermogen voor flow of druk te handhaven. Ook het toerental van de pompen die op de VLT® AQUA Drive zijn aangesloten, wordt geregeld om te zorgen voor een gelijkmatig systeemvermogen.

**Beoogd gebruik**

Hoewel de cascaderelgaaropties speciaal bedoeld zijn voor pomptoepassingen, is het ook mogelijk om cascade-relgaars te gebruiken voor alle toepassingen waarbij meerdere motoren parallel zijn aangesloten.

**Werkingsprincipe**

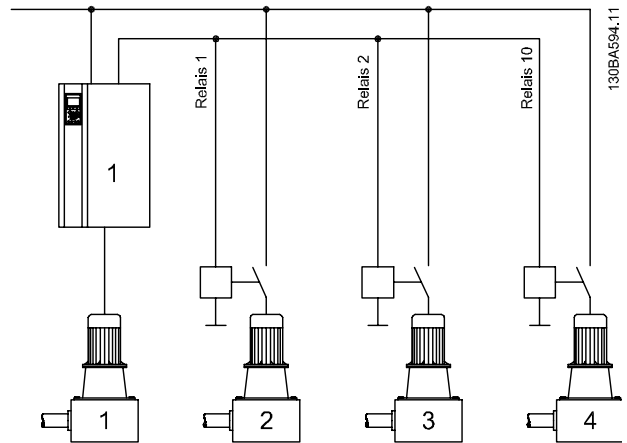
De software voor de cascaderelgaar draait op één frequentieomvormer waarop de cascaderelgaaroptie is geïnstalleerd. Deze bestuurt een aantal pompen die afzonderlijk worden geregeld door een frequentieomvormer of rechtstreeks zijn aangesloten via een contactor of softstarter.

Bij extra frequentieomvormers in het systeem (slavefrequentieomvormers) is geen optiekaart voor een cascaderelgaar nodig. Ze werken in een regeling zonder terugkoppeling en ontvangen hun snelheidsreferentie van de masterfrequentieomvormer. Pompen die op deze frequentieomvormers zijn aangesloten, worden aangeduid als pompen met variabel toerental.

Pompen die via een contactor of softstarter op het net zijn aangesloten, worden aangeduid als pompen met vast toerental.

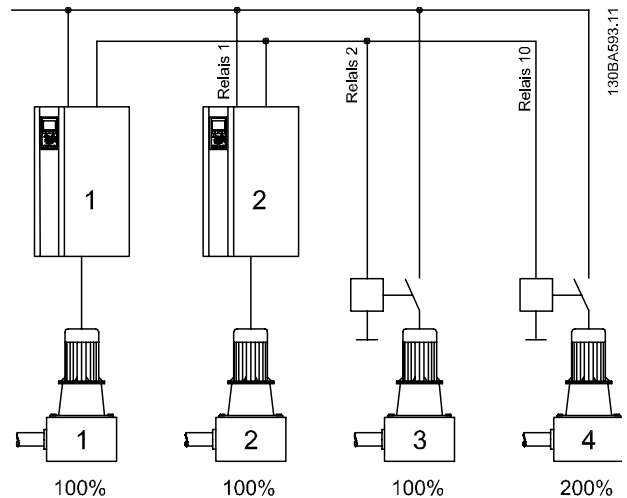
Elke pomp – met variabel toerental of vast toerental – wordt bestuurd via een relais in de masterfrequentieomvormer.

De cascaderelgaaropties kunnen een combinatie van pompen met variabel toerental en vast toerental besturen.



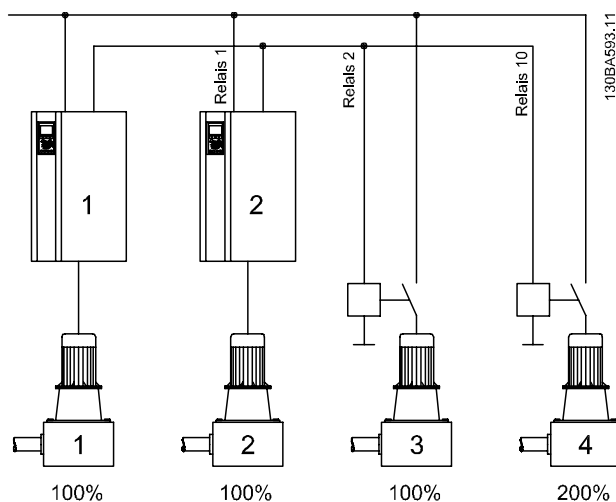
Ingebouwd	1 VSP + 2 FSP's parametergroep 25-** Cascaderelgaar
MCO 101	1 VSP + 5 FSP's parametergroep 25-** Cascaderelgaar
MCO 102	1 VSP + 8 FSP's parametergroep 25-** Cascaderelgaar

Afbeelding 3.27 Toepassingsoverzicht



Ingebouwd	-
MCO 101	1 tot 6 VSP's + 1 tot 5 FSP's (maximaal 6 pompen) parametergroep 27-** Cascade CTL Option
MCO 102	1 tot 8 VSP's + 1 tot 7 FSP's (maximaal 8 pompen) parametergroep 27-** Cascade CTL Option

Afbeelding 3.28 Toepassingsoverzicht



Ingebouwd	-
MCO 101	6 VSP's parametergroep 27-** Cascade CTL Option
MCO 102	8 VSP's parametergroep 27-** Cascade CTL Option

Afbeelding 3.29 Toepassingsoverzicht

VSP = pomp met variabel toerental (rechtstreeks aangesloten op de frequentieomvormer)

FSP = pomp met vast toerental (de motor kan worden aangesloten via een contactor, softstarter of ster-driehoekschakeling)

### 3.7.4 Remweerstand

In toepassingen waarbij de motor als rem wordt gebruikt, wordt energie opgewekt in de motor en teruggevoerd naar de frequentieomvormer. Als de energie niet kan worden teruggevoerd naar de motor, zal deze de spanning in de DC-tussenkring van de frequentieomvormer verhogen. In toepassingen waarbij veel moet worden geremd en/of met hoge traagheidsbelastingen kan deze verhoging leiden tot uitschakeling (trip) van de frequentieomvormer wegens overspanning en uiteindelijk tot een definitieve uitschakeling. Remweerstand worden gebruikt om de overtollige energie als gevolg van regeneratief remmen af te voeren. Selecteer de weerstand op basis van de ohmse waarde, de vermogensdissipatiewaarde en de fysieke afmetingen. Danfoss biedt een ruime keuze aan weerstanden die speciaal zijn ontworpen voor Danfoss-frequentieomvormers. Zie hoofdstuk 3.4.12 Berekening remweerstand voor het selecteren van de juiste remweerstand. Zie hoofdstuk 6.2 Opties, accessoires en reserveonderdelen voor bestelnummers.

### 3.7.5 Sinusfilters

Wanneer een motor door een frequentieomvormer wordt geregeld, produceert de motor resonantiegeluid. Dit geluid, dat het gevolg is van het motorontwerp, ontstaat telkens wanneer een van de omvormerschakelaars van de frequentieomvormer wordt geactiveerd. De frequentie van het resonantiegeluid correspondeert dus met de schakelfrequentie van de frequentieomvormer.

Danfoss levert een sinusfilter waarmee de akoestische motorruis kan worden gedempt.

Het filter verlaagt de stijgtijd van de spanning, de piekbelastingsspanning  $U_{PEAK}$  en de rimpelstroom  $\Delta I$  naar de motor, wat betekent dat stroom en spanning bijna sinusvormig worden. De akoestische motorruis wordt daardoor tot een minimum beperkt.

De rimpelstroom in de sinusfilterspoelen veroorzaakt ook enige ruis. Dit probleem kan worden verholpen door het filter in een schakelkast of vergelijkbaar in te bouwen.

### 3.7.6 dU/dt-filters

Danfoss levert dU/dt-filters. Dit zijn differentiële-modus-laagdoorlaatfilters die de fase-fasepiekspanningen bij de motorklemmen beperken en de stijgtijd verlagen tot een niveau dat de belasting op de isolatie bij de motorwikkelingen vermindert. Dit is met name van belang bij korte motorkabels.

In vergelijking met sinusfilters (zie hoofdstuk 3.7.5 Sinusfilters) hebben de dU/dt-filters een uitschakelfrequentie die hoger is dan de schakelfrequentie.

### 3.7.7 Common-modefilters

Hoogfrequente common-modekernen (HF-CM-kernen) beperken de elektromagnetische interferentie en voorkomen beschadiging van de lagers door elektrische ontlading. Het zijn speciale nanokristallijne magnetische kernen met superieure filterprestaties in vergelijking met de gebruikelijke ferrietkernen. De HF-CM-kern werkt als een common-mode-inductor tussen fasen en aarde.

De common-modefilters worden geïnstalleerd rond de 3 motorfasen (U, V, W) en beperken de hoogfrequente common-modestromen. Hierdoor wordt hoogfrequente elektromagnetische interferentie vanaf de motorkabel beperkt.

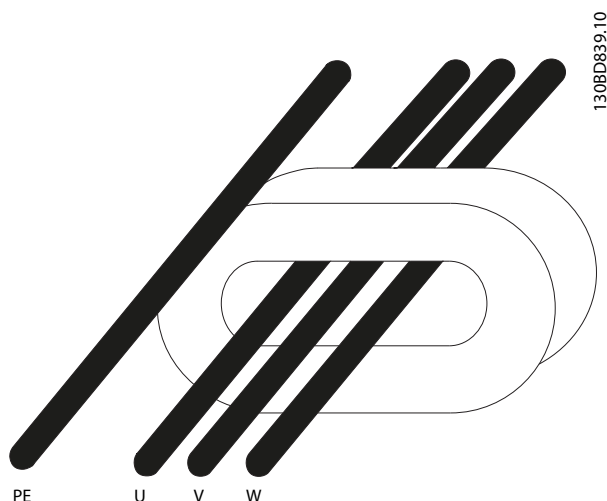
Het aantal benodigde kernen is afhankelijk van de lengte van de motorkabels en de spanning van de frequentieomvormer. Elke set bestaat uit 2 kernen. Zie Tabel 3.19 om het aantal benodigde kernen te bepalen.

Kabellengte <sup>1)</sup> [m]	Afmetingen behuizing				
	A en B		C		D
	T2/T4	T7	T2/T4	T7	T7
50	2	4	2	2	4
100	4	4	2	4	4
150	4	6	4	4	4
300	4	6	4	4	6

Tabel 3.19 Aantal kernen

1) Wanneer langere kabels nodig zijn, kunt u extra HF-CM-kernen stapelen.

Installeer de HF-CM-kernen door de 3 motorfasekabels (U, V, W) door elke kern te leiden, zoals aangegeven in Afbeelding 3.30.



Afbeelding 3.30 HF-CM-kern met motorfasen

### 3.7.8 Harmonischenfilters

De Danfoss AHF 005 en AHF 010 zijn geavanceerde harmonischenfilters die niet te vergelijken zijn met de conventionele passieve filters. De harmonischenfilters van Danfoss zijn speciaal ontwikkeld voor de frequentieomvormers van Danfoss.

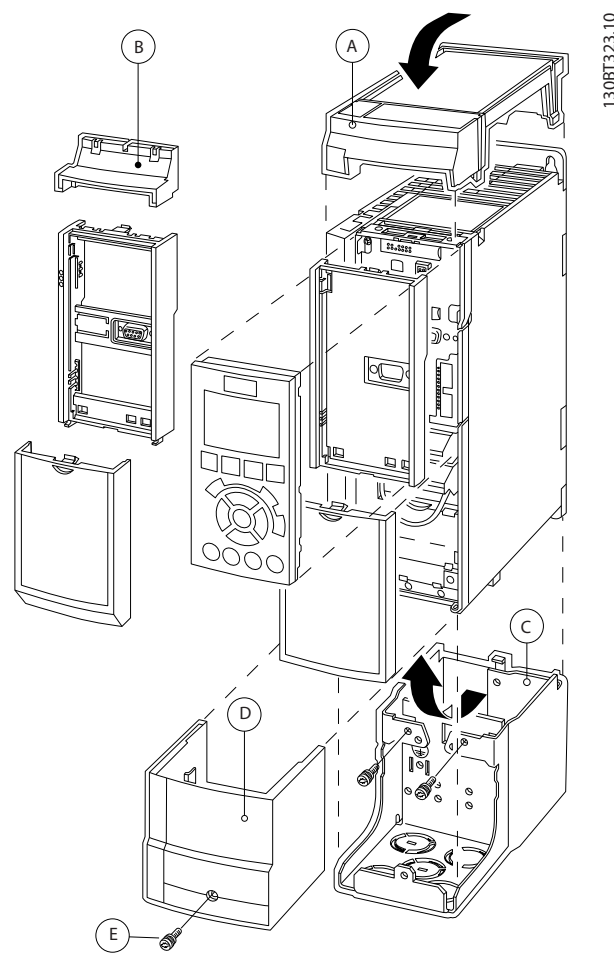
Door de Danfoss-harmonischenfilters AHF 005 of AHF 010 aan te sluiten vóór een frequentieomvormer van Danfoss, wordt de totale harmonische stroomvorming die terug naar het net wordt gestuurd, beperkt tot respectievelijk 5% en 10%.

### 3.7.9 IP 21/NEMA type 1-behuizingsset

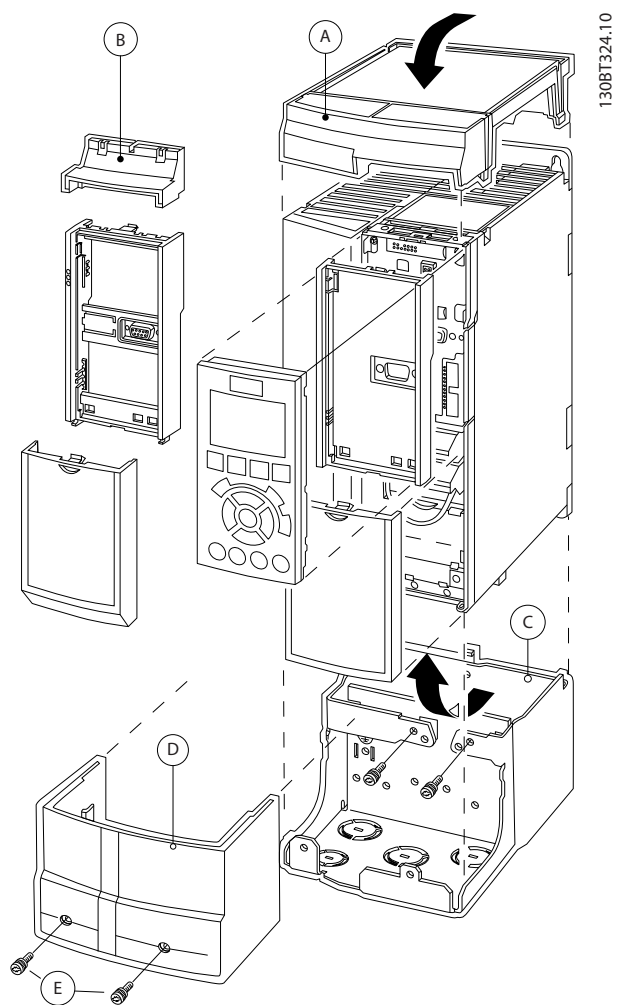
IP 20/IP 4X boven/NEMA type 1 is een optioneel behuizingselement dat beschikbaar is voor IP 20 Compact-eenheden.

Door gebruik van de behuizingsset wordt een IP 20-eenheid opgewaardeerd om te voldoen aan behuizing IP 21/4X boven/Type 1.

De IP 4X boven kan worden toegepast op alle standaard IP 20 FC 202-varianten.



Afbeelding 3.31 Behuizingsgrootte A2



A	Bovenafdekking
B	Rand
C	Voetstuk
D	Afdekking voetstuk
E	Schroef/schroeven

Afbeelding 3.32 Behuizingsgrootte A3

Plaats de bovenafdekking zoals aangegeven. Bij gebruik van een A- of B-optie moet u de rand aanbrengen om de boveningang af te dekken. Plaats voetstuk C onder aan de frequentieomvormer en gebruik de klemmen uit de accessoireset om de kabels op de juiste wijze te bevestigen.

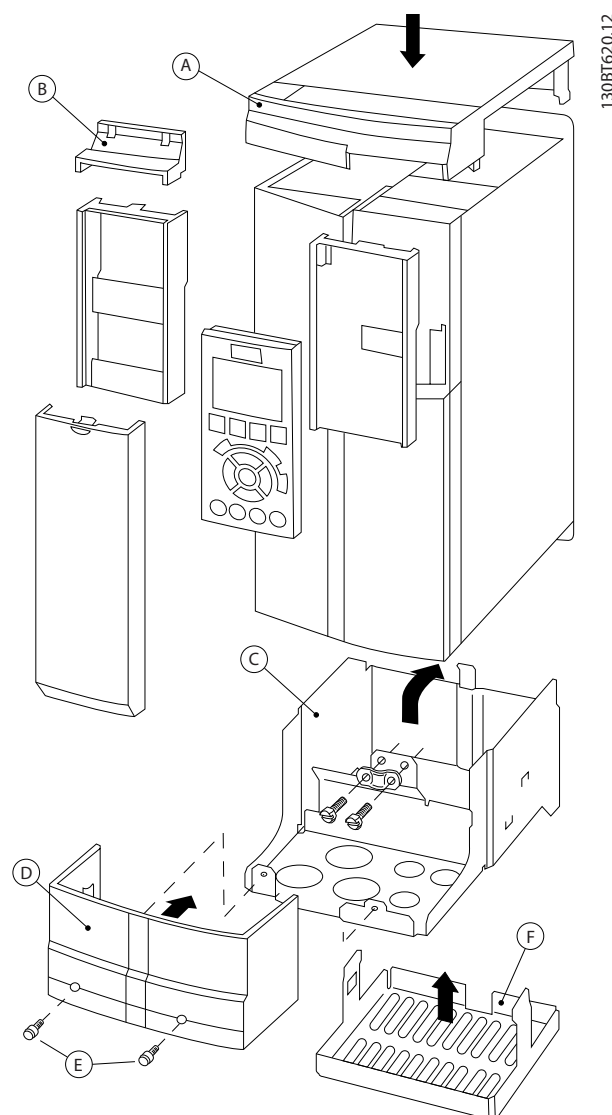
Gaten voor kabelwartels:

- Behuizingsgrootte A2: 2 x M25 en 3 x M32
- Behuizingsgrootte A3: 3 x M25 en 3 x M32

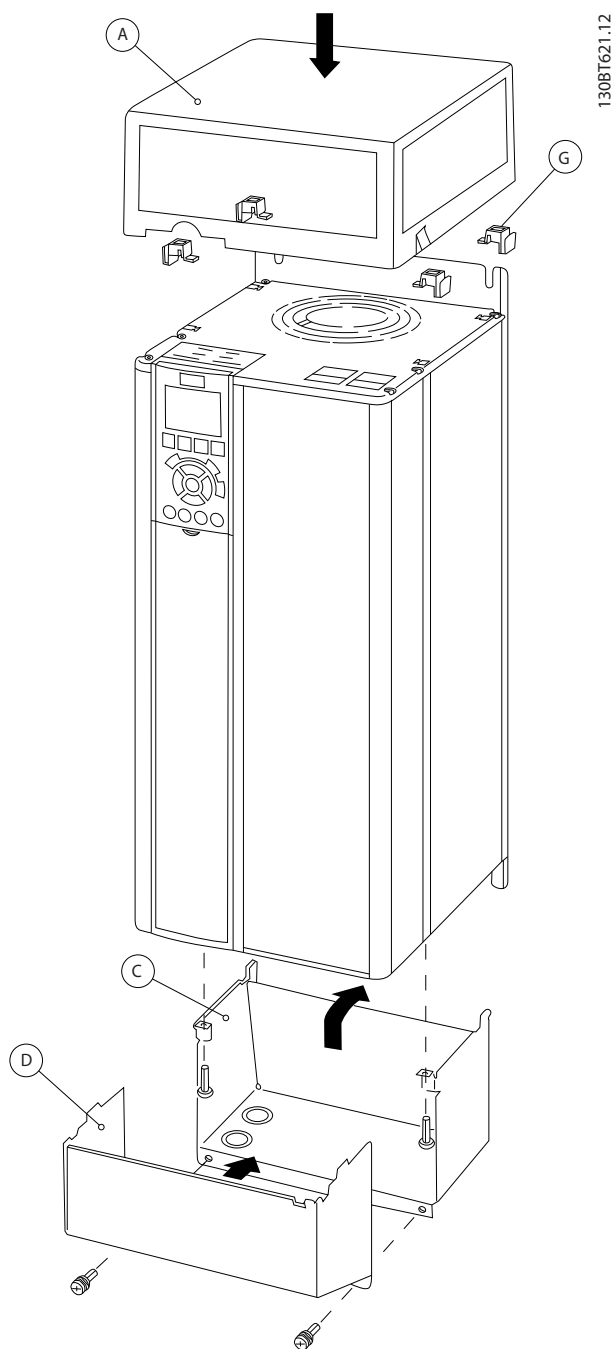
Type behuizing	Hoogte A [mm]	Breedte B [mm]	Diepte C <sup>1)</sup> [mm]
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

Tabel 3.20 Afmetingen

1) Bij gebruik van optie A/B neemt de diepte toe (zie hoofdstuk 7.8 Vermogensklasse, gewicht en afmetingen voor meer informatie)



Afbeelding 3.33 Behuizingsgrootte B3



130BT621.12

Afbeelding 3.34 Behuizingsgrootte B4, C3 en C4

A	Bovenafdekking
B	Rand
C	Voetstuk
D	Afdekking voetstuk
E	Schroef/schroeven
F	Afdekking ventilator
G	Klem bovenafdekking

Tabel 3.21 Legenda bij Afbeelding 3.33 en Afbeelding 3.34

Bij gebruik van optiemodule A en/of B moet u de rand (B) aanbrengen op de bovenafdekking (A).

**LET OP**

Installatie naast elkaar is niet mogelijk bij gebruik van de IP 21/IP 4X/Type 1-behuizingsset.

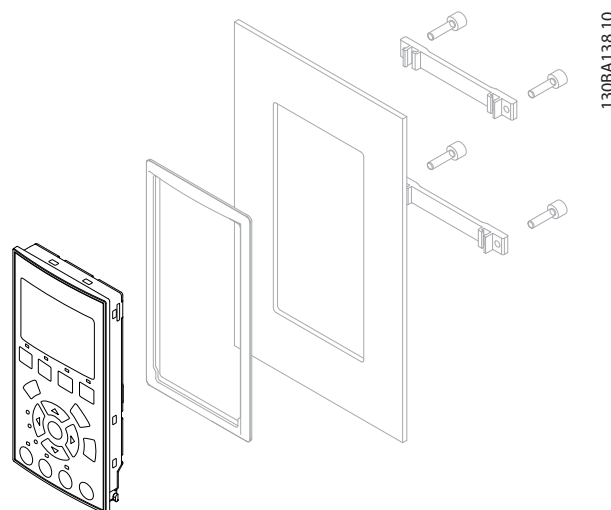
**3.7.10 Bevestigingsset voor externe bediening van LCP**

Het LCP kan naar de voorkant van een behuizing worden verplaatst met behulp van de bevestigingsset voor externe bediening. Draai de bevestigingsschroeven vast met een aanhaalmoment van maximaal 1 Nm.

De behuizing van het LCP is IP 66.

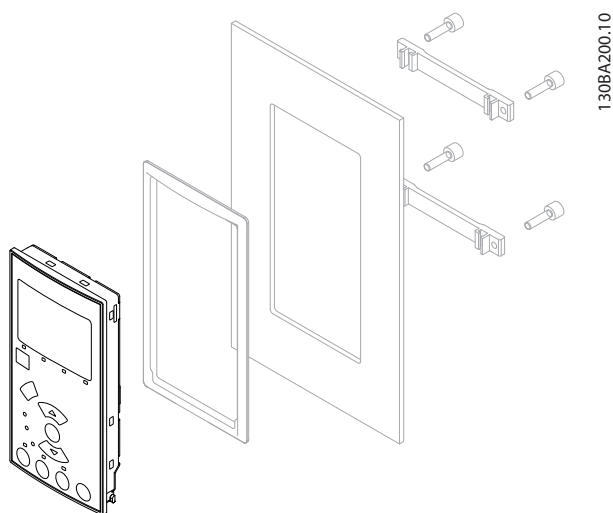
Behuizing	IP 66 front
Maximale kabellengte tussen LCP en eenheid	3 m
Communicatiestandaard	RS485

Tabel 3.22 Technische gegevens

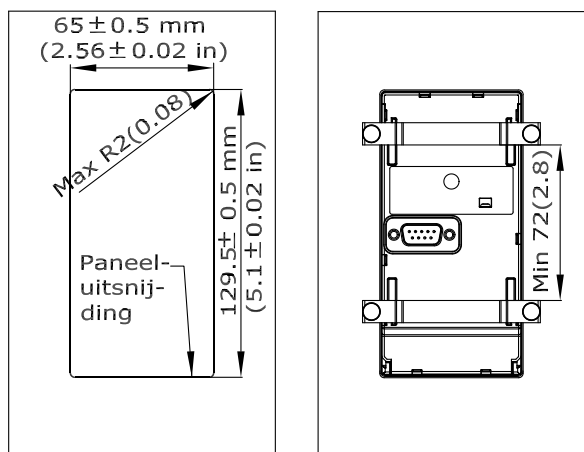


Afbeelding 3.35 LCP-set inclusief grafisch LCP, bevestigingsmateriaal, 3 m kabel en pakking  
Bestelnummer 130B1113



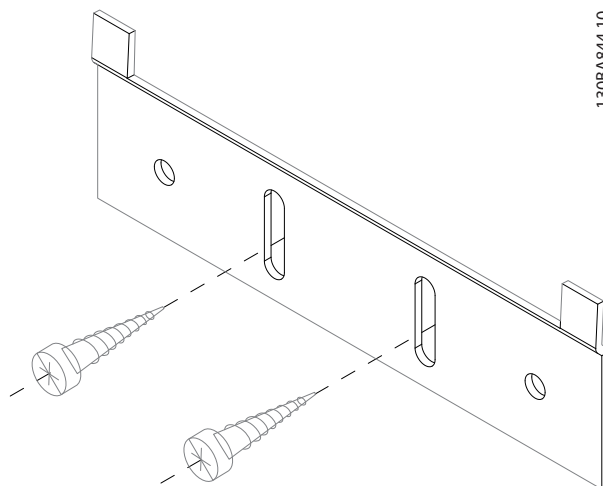


Afbeelding 3.36 LCP-set inclusief numeriek LCP, bevestigingsmateriaal en pakking  
Bestelnummer 130B1114

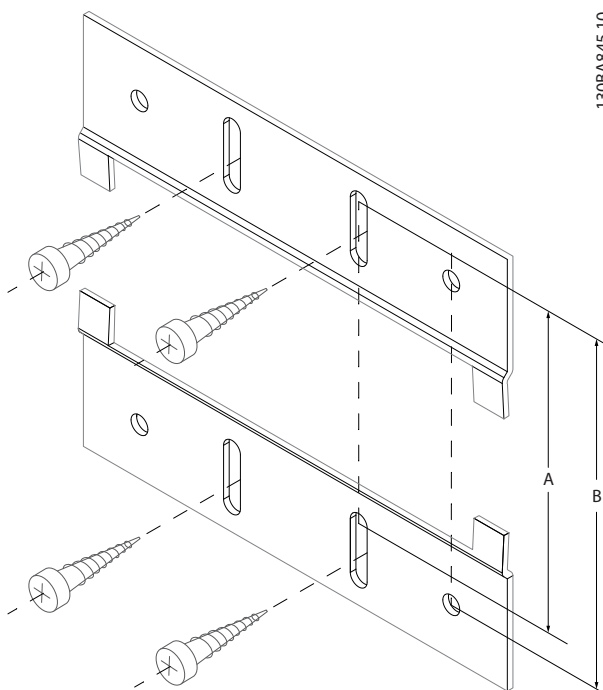


Afbeelding 3.37 Afmetingen van LCP-set

### 3.7.11 Montagebeugel voor behuizingsgrootte A5, B1, B2, C1 en C2



Afbeelding 3.38 Onderste beugel



Afbeelding 3.39 Bovenste beugel

Zie de afmetingen in Tabel 3.23.

Behuizingsgrootte	IP	A [mm]	B [mm]	Bestelnummer
A5	55/66	480	495	130B1080
B1	21/55/66	535	550	130B1081
B2	21/55/66	705	720	130B1082
B3	21/55/66	730	745	130B1083
B4	21/55/66	820	835	130B1084

Tabel 3.23 Details montagebeugels

### 3.8 Seriële interface RS485

#### 3.8.1 Overzicht

RS485 is een 2-draads businterface die compatibel is met de multi-droptopologie, d.w.z. dat busdeelnemers kunnen worden aangesloten als bus of via dropkabels vanaf een gemeenschappelijke hoofdlijn. Op 1 netwerksegment kunnen in totaal 32 busdeelnemers worden aangesloten. De netwerksegmenten worden onderling gekoppeld door middel van repeaters. Zie *Afbeelding 3.40*.

**LET OP**

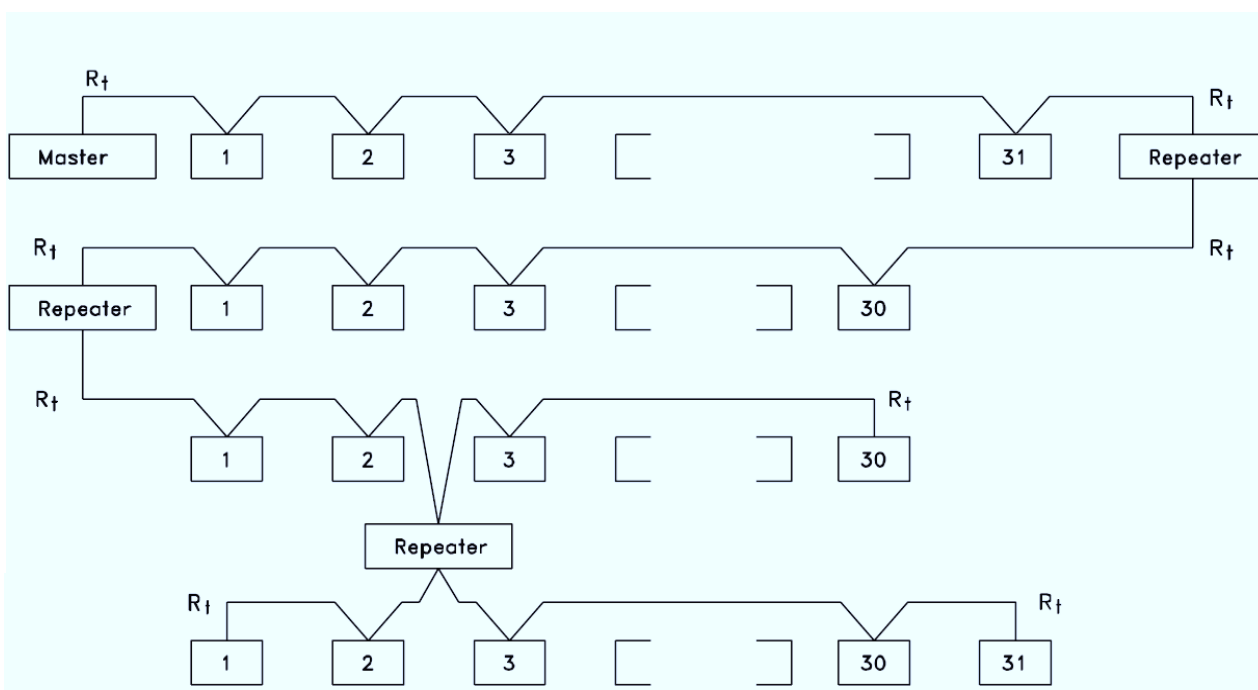
Elke repeater fungeert als een busdeelnemer binnen het segment waarin deze geïnstalleerd is. Elke busdeelnemer in een bepaald netwerk moet een (bus)adres hebben dat binnen alle segmenten uniek is.

Sluit elk segment aan beide uiteinden af met behulp van de eindschakelaar (S801) van de frequentieomvormers of een afsluitweerstandsnetwork. Gebruik altijd afgeschermd kabels met gedraaide paren (STP – screened twisted pair) voor de busbekabeling en werk volgens goede standaard installatiepraktijken.

Het is belangrijk om ervoor te zorgen dat de afscherming voor elke busdeelnemer is voorzien van een aardverbinding met lage impedantie; dit geldt ook bij hoge frequenties. Verbind een groot oppervlak van de afscherming met aarde, bijvoorbeeld door middel van een kabelklem of een geleidende kabelwartel. Het kan nodig zijn om gebruik te maken van potentiaalvereffeningskabels om in het gehele netwerk dezelfde aardpotentiala te handhaven, met name in installaties met lange kabels. Gebruik altijd hetzelfde type kabel binnen het gehele netwerk om problemen met verschillende impedanties te voorkomen. Gebruik voor het aansluiten van een motor op de frequentieomvormer altijd een afgeschermd motorkabel.

Kabel	Afgeschermd met gedraaide paren (STP)
Impedantie [ $\Omega$ ]	120
Kabellengte [m]	Maximaal 1200 m (inclusief dropkabels) Maximaal 500 m station-tot-station

Tabel 3.24 Kabelspecificaties



Afbeelding 3.40 RS485-businterface

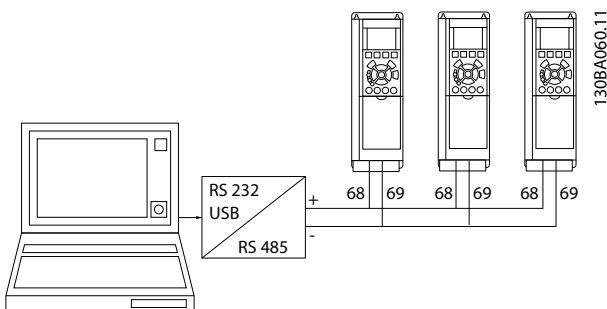
		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	12	8-30 Protocol	FC*
+24 V	13	8-31 Adres	1*
D IN	18	8-32 Baudsnelhei	9600*
D IN	19	d	
COM	20	* = standaardwaarde	
D IN	27	<b>Opmerkingen:</b>	
D IN	29	Selecteer protocol, adres en baudsnelheid in de bovenstaande parameters.	
D IN	32	D IN 37 is optioneel.	
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
R1	01, 02, 03		
R2	04, 05, 06		
RS-485	61, 68, 69		

Tabel 3.25 RS485-netwerkaansluiting

### 3.8.2 Netwerkaansluiting

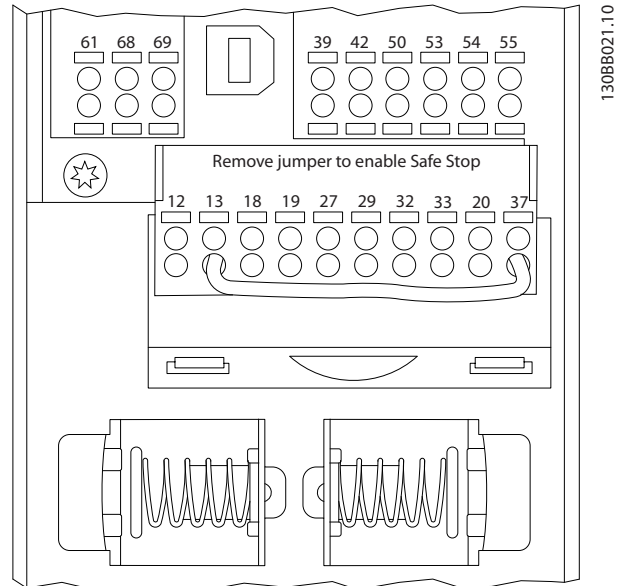
Op een regelaar (of master) kunnen een of meer frequentieomvormers worden aangesloten via de standaard RS485-interface. Klem 68 wordt aangesloten op het P-sigitaal (TX +, RX+), terwijl klem 69 wordt aangesloten op het N-sigitaal (TX-, RX-). Zie de tekeningen in hoofdstuk 3.5.1 Bedradingsschema.

Gebruik parallelle aansluitingen om meerdere frequentieomvormers aan te sluiten op een master.



Afbeelding 3.41 Parallelle aansluitingen

Voorkom mogelijke potentiaalvereffeningsstromen in de afscherming door de bedrading uit te voeren zoals aangegeven in Afbeelding 3.20.



Afbeelding 3.42 Stuurkaartklemmen

### 3.8.3 RS485-busafsluiting

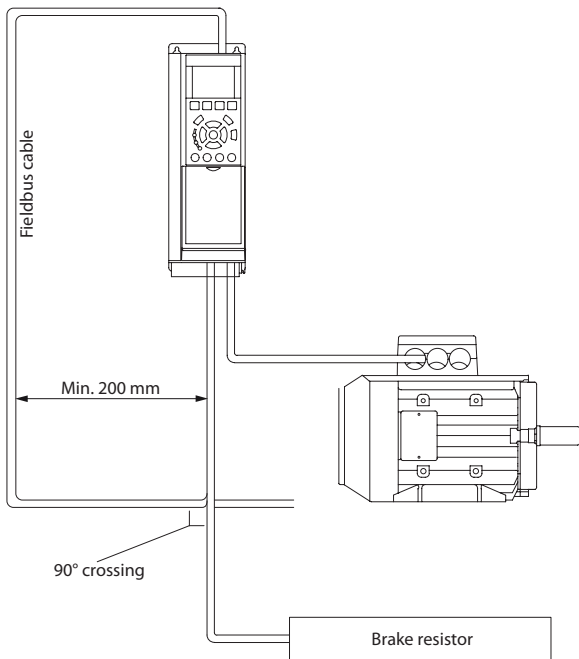
Sluit de RS485-bus aan beide uiteinden af met een weerstandsnetwerk. Zet hiervoor schakelaar S801 op de stuurkaart op 'ON' (aan).

Stel het communicatieprotocol in op 8-30 Protocol.

### 3.8.4 EMC-voorzorgsmaatregelen

De volgende EMC-voorzorgsmaatregelen worden aanbevolen om te zorgen voor een ruisvrije werking van het RS485-netwerk.

Volg de relevante nationale en lokale voorschriften op, bijvoorbeeld ten aanzien van aardverbindingen. Houd de RS485-aansluitkabel uit de buurt van kabels voor motor en remweerstand, om een koppeling van hoogfrequente ruis tussen kabels te vermijden. Normaal gesproken is een afstand van 200 mm (8 inch) voldoende, maar het wordt aanbevolen om een zo groot mogelijke afstand tussen de kabels aan te houden, vooral wanneer kabels over lange afstand parallel lopen. Als kruisen onvermijdelijk is, moet de RS485-kabel de kabels voor motor en remweerstand kruisen onder een hoek van 90°.



1308D507.11

Afbeelding 3.43 Bekabeling

### 3.8.5 Overzicht FC-protocol

Het FC-protocol, ook wel aangeduid als FC-bus of standaardbus, is de standaard veldbus van Danfoss. Het specificeert een toegangsmethode op basis van het master-slaveprincipe voor communicatie via een seriële bus.

Op de bus kunnen 1 master en maximaal 126 slaves worden aangesloten. De master selecteert de afzonderlijke slaves via een adresteken in het telegram. Een slave kan zelf nooit zenden zonder een verzoek hiertoe, en rechtstreeks berichtenverkeer tussen afzonderlijke slaves is dan ook niet mogelijk. Communicatie vindt plaats in de halfduplexmodus.

De masterfunctie kan niet worden overgedragen aan een andere busdeelnemer (systeem met één master).

De fysieke laag wordt gevormd door RS485, waarbij gebruik wordt gemaakt van de RS485-poort die is ingebouwd in de frequentieomvormer. Het FC-protocol ondersteunt diverse telegramindelingen:

- Een korte gegevensindeling met 8 bytes voor procesdata.
- Een lange gegevensindeling van 16 bytes inclusief een parameterkanaal.
- Een gegevensindeling die wordt gebruikt voor tekst.

### 3.8.6 Netwerkconfiguratie

Stel de volgende parameters in om het FC-protocol voor de frequentieomvormer in te schakelen:

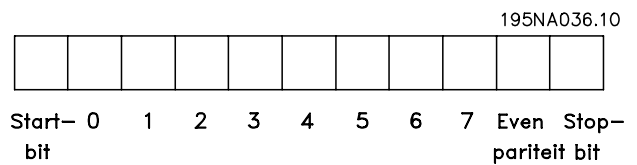
Parameternummer	Instelling
8-30 Protocol	FC
8-31 Adres	1-126
8-32 Baudsnelheid	2400-115200
8-33 Par./stopbits	Even pariteit, 1 stopbit (standaard)

Tabel 3.26 Parameters FC-protocol

### 3.8.7 Berichtframingstructuur FC-protocol

#### 3.8.7.1 Inhoud van een teken (byte)

Elk overgedragen teken begint met een startbit. Dan volgen 8 databits, dat wil zeggen één byte. Elk teken wordt beveiligd via een pariteitsbit. Deze bit wordt op 1 ingesteld wanneer pariteit wordt bereikt. Pariteit houdt in dat het aantal binaire enen in de 8 databits en de pariteitsbit samen even is. Het teken eindigt met een stopbit en bestaat in totaal dus uit 11 bits.



Afbeelding 3.44 Inhoud van een teken

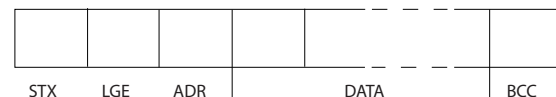
#### 3.8.7.2 Telegramstructuur

Elk telegram heeft de volgende structuur:

- Startteken (STX) = 02 hex.
- Een byte die de telegramlengte aangeeft (LGE).
- Een byte die het adres van de frequentieomvormer aangeeft (ADR).

Dan volgt een aantal databytes (variabel, afhankelijk van het telegramtype).

Het telegram eindigt met een datastuurbyte (BCC).



Afbeelding 3.45 Telegramstructuur

### 3.8.7.3 Telegramlengte (LGE)

De telegramlengte is het aantal databytes plus de adresbyte ADR en de datastuurbyte BCC.

4 databytes	$LGE = 4 + 1 + 1 = 6$ bytes
12 databytes	$LGE = 12 + 1 + 1 = 14$ bytes
Telegrammen die tekst bevatten	$10^{11}+n$ bytes

**Tabel 3.27 Telegramlengte**

1) 10 staat voor de vaste tekens, n is variabel (afhankelijk van de lengte van de tekst).

### 3.8.7.4 Adres frequentieomvormer (ADR)

Er kunnen 2 verschillende adresindelingen worden gebruikt.

Het adresbereik van de frequentieomvormer is 1-31 of 1-126.

- Adresindeling 1-31
  - Bit 7 = 0 (adresindeling 1-31 actief).
  - Bit 6 wordt niet gebruikt.
  - Bit 5 = 1: broadcast, adresbits (0-4) worden niet gebruikt.
  - Bit 5 = 0: geen broadcast.
  - Bit 0-4 = frequentieomvormeradres 1-31.
- Adresindeling 1-126
  - Bit 7 = 1 (adresindeling 1-126 actief).
  - Bit 0-6 = frequentieomvormeradres 1-126.
  - Bit 0-6 = 0 broadcast.

De slave zendt de ongewijzigde adresbyte terug naar de master in het antwoordtelegram.

### 3.8.7.5 Datastuurbyte (BCC)

De checksum wordt berekend als een XOR-functie. Voordat de eerste byte van het telegram ontvangen is, is de berekende checksum 0.

### 3.8.7.6 Het dataveld

De structuur van datablokken hangt af van het type telegram. Er zijn 3 telegramtypen; het type telegram geldt voor zowel stuurtelegrammen (master → slave) als antwoordtelegrammen (slave → master).

De 3 telegramtypen zijn:

#### Procesblok (PCD)

Het PCD bestaat uit een datablok van 4 bytes (2 woorden) en bevat:

- stuurwoord en referentiewaarde (van master naar slave);
- statuswoord en actuele uitgangsfrequentie (van slave naar master).



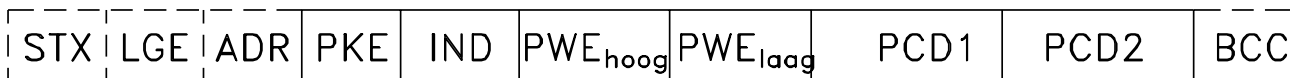
130BA269.10

Afbeelding 3.46 Procesblok

#### Parameterblok

Het parameterblok wordt gebruikt voor het overdragen van parameters tussen master en slave. Het datablok bestaat uit 12 bytes (6 woorden) en bevat ook het procesblok.

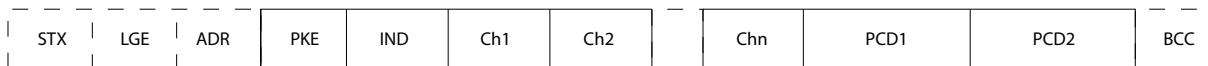
130BAZ / 1.1U



Afbeelding 3.47 Parameterblok

#### Tekstblok

Het tekstblok wordt gebruikt om teksten te lezen of te schrijven via het datablok.



130BA270.10

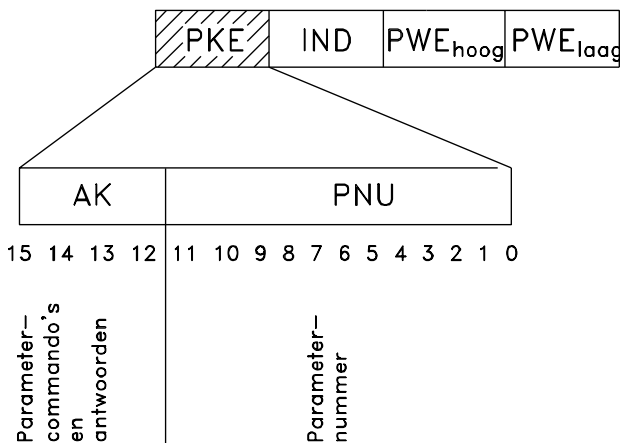
Afbeelding 3.48 Tekstblok

### 3.8.7.7 Het PKE-veld

Het PKE-veld bevat 2 subvelden:

- Parametercommando en antwoord AK.
- Parameternummer PNU.

150BA268.10



Afbeelding 3.49 PKE-veld

De bitnummers 12-15 worden gebruikt voor het overdragen van parametercommando's van master naar slave en voor de verwerkte antwoorden van de slave terug naar de master.

Bitnummer				Parametercommando
15	14	13	12	
0	0	0	0	Geen commando
0	0	0	1	Lezen parameterwaarde
0	0	1	0	Schrijven parameterwaarde in RAM (woord)
0	0	1	1	Schrijven parameterwaarde in RAM (dubbel woord)
1	1	0	1	Schrijven parameterwaarde in RAM en EEPROM (dubbel woord)
1	1	1	0	Schrijven parameterwaarde in RAM en EEPROM (woord)
1	1	1	1	Lezen/schrijven tekst

Tabel 3.28 Parametercommando's master ⇒ slave

Bitnummer				Antwoord
15	14	13	12	
0	0	0	0	Geen antwoord
0	0	0	1	Parameterwaarde overgedragen (woord)
0	0	1	0	Parameterwaarde overgedragen (dubbel woord)
0	1	1	1	Commando kan niet worden uitgevoerd
1	1	1	1	Tekst overgedragen

Tabel 3.29 Antwoord slave ⇒ master

Als het commando niet kan worden uitgevoerd, verzendt de slave het volgende antwoord:

0111 Commando kan niet worden uitgevoerd

– en genereert hij een foutrapport (zie Tabel 3.30) in de parameterwaarde (PWE):

PWE laag (hex)	Foutrapport
0	Het gebruikte parameternummer bestaat niet.
1	Er is geen schrijftoegang tot de gedefinieerde parameter.
2	De datawaarde overschrijdt de parameterbegrenzingsen.
3	De gebruikte subindex bestaat niet.
4	De parameter is niet van het type array.
5	Het datatype komt niet overeen met de gedefinieerde parameter.
11	Het wijzigen van de data in de gedefinieerde parameter is niet mogelijk in de huidige modus van de frequentieomvormer. Sommige parameters kunnen uitsluitend worden gewijzigd wanneer de motor is uitgeschakeld.
82	Er is geen bustoegang tot de gedefinieerde parameter.
83	Het wijzigen van de data is niet mogelijk omdat de fabriekssetup is geselecteerd.

Tabel 3.30 Foutrapport parameterwaarde

### 3.8.7.8 Parameternummer (PNU)

De bitnummers 0-11 dragen parameternummers over. De functie van de betreffende parameter wordt uitgelegd in de parameterbeschrijving in de *programmeerhandleiding*.

### 3.8.7.9 Index (IND)

De index wordt samen met het parameternummer gebruikt voor lees-/schrijftoegang tot de parameters met een index, bijv. 15-30 Alarmlog: foutcode. De index bestaat uit 2 bytes, een lage byte en een hoge byte.

Alleen de lage byte wordt gebruikt als index.

### 3.8.7.10 Parameterwaarde (PWE)

Het parameterwaardeblok bestaat uit 2 woorden (4 bytes) en de waarde hangt af van het gegeven commando (AK). De master vraagt om een parameterwaarde wanneer het PWE-blok geen waarde bevat. Om een parameterwaarde te wijzigen (schrijven), schrijft u de nieuwe waarde in het PWE-blok en verzendt u dit van de master naar de slave.

Als de slave antwoordt op een parameterverzoek (leescommando), wordt de actuele parameterwaarde naar het PWE-blok overgedragen en teruggestuurd naar de master. Als een parameter geen numerieke waarde bevat maar verschillende dataopties, bijv. 0-01 Taal, waarbij [0] staat voor Engels en [4] voor Spaans, selecteert u de

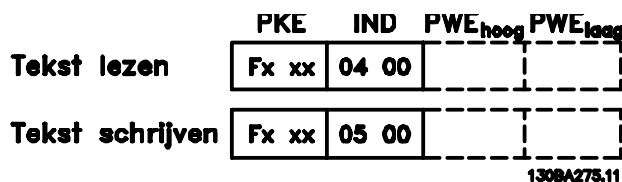
gewenste datawaarde door de waarde in te voeren in het PWE-blok. Via seriële communicatie is het alleen mogelijk om parameters met datatype 9 (tekstreeks) te lezen.

15-40 FC-type tot 15-53 Serienr. voedingskaart bevatten datatype 9.

Zo kunt u bijvoorbeeld het vermogen van de eenheid en het netspanningsbereik uitlezen via 15-40 FC-type. Wanneer een tekstreeks wordt overgedragen (lezen), is de lengte van het telegram variabel, aangezien de teksten in lengte variëren. De telegramlengte wordt gedefinieerd in de tweede byte van het telegram, LGE. Bij tekstoverdracht geeft het indexteken aan of het om een lees- of een schrijfcommando gaat.

Om een tekst via het PWE-blok te lezen, stelt u het parametercommando (AK) in op F hex. De hoge byte van het indexteken moet 4 zijn.

Sommige parameters bevatten teksten die kunnen worden geschreven via de seriële bus. Om een tekst via het PWE-blok te schrijven, stelt u het parametercommando (AK) in op F hex. De hoge byte van het indexteken moet 5 zijn.



Afbeelding 3.50 Tekst via PWE-blok

### 3.8.7.11 Datatypes die worden ondersteund

Zonder teken betekent dat er geen teken in het telegram opgenomen is.

Datatypes	Beschrijving
3	Integer 16
4	Integer 32
5	Zonder teken 8
6	Zonder teken 16
7	Zonder teken 32
9	Tekstreeks
10	Bytereeks
13	Tijdverschil
33	Gereserveerd
35	Bitvolgorde

Tabel 3.31 Datatypes die worden ondersteund

### 3.8.7.12 Conversie

In de fabriekinstellingen worden de diverse attributen van elke parameter weergegeven. Parameterwaarden worden enkel als gehele getallen overgedragen. Om decimalen over te dragen, worden conversiefactoren gebruikt.

4-12 Motorsnelh. lage begr. [Hz] heeft een conversiefactor van 0,1. Om de minimumfrequentie op 10 Hz in te stellen, moet de waarde 100 worden overgedragen. Een conversiefactor van 0,1 betekent dat de overgebrachte waarde met 0,1 vermenigvuldigd zal worden. De waarde 100 wordt dus gelezen als 10,0.

Voorbeelden:

0 s ⇒ conversie-index 0

0,00 s ⇒ conversie-index -2

0 ms ⇒ conversie-index -3

0,00 ms ⇒ conversie-index -5

### 3.8.7.13 Proceswoorden (PCD)

Het blok proceswoorden is verdeeld in 2 blokken van 16 bits, die altijd in de gegeven volgorde voorkomen.

PCD 1	PCD 2
Stuurtelegram (master ⇒ slave) Stuurwoord	Referentiewaarde
Stuurtelegram (slave ⇒ master) Statuswoord	Actuele uitgangsfrequentie

Tabel 3.32 Proceswoorden (PCD)

## 3.8.8 Voorbeelden FC-protocol

### 3.8.8.1 Een parameterwaarde schrijven

Stel 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz] in op 100 Hz. Schrijf de gegevens in EEPROM.

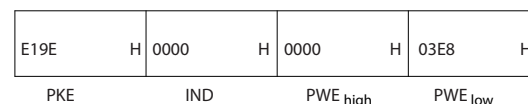
PKE = E19E hex – schrijf één woord in 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz].

IND = 0000 hex

PWEHIGH = 0000 hex

PWELOW = 03E8 hex – datawaarde 1000, wat overeenkomt met 100 Hz; zie hoofdstuk 3.8.7.12 Conversie.

Het telegram ziet er als volgt uit:



Afbeelding 3.51 Schrijf gegevens in EEPROM.

### LET OP

4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz] is één woord en het parametercommando voor het schrijven naar EEPROM is E. Parameternummer 4-14 komt overeen met 19E hex.



Het antwoord van de slave aan de master is:

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA093.10

Afbeelding 3.52 Antwoord van slave

### 3.8.8.2 Een parameterwaarde lezen

Lees de waarde in 3-41 Ramp 1 aanlooptijd.

PKE = 1155 hex – lees parameterwaarde in 3-41 Ramp 1 aanlooptijd.

IND = 0000 hex

PWEHIGH = 0000 hex

PWELOW = 0000 hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA094.10

Afbeelding 3.53 Parameterwaarde

Als de waarde in 3-41 Ramp 1 aanlooptijd 10 s is, luidt het antwoord van de slave aan de master

130BA267.10

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Afbeelding 3.54 Antwoord van slave

3E8 hex komt overeen met 1000 decimaal. De conversie-index voor 3-41 Ramp 1 aanlooptijd is -2, oftewel 0,01. 3-41 Ramp 1 aanlooptijd is van het type Zonder teken 32.

## 3.8.9 Modbus RTU-protocol

### 3.8.9.1 Aannames

Danfoss gaat ervan uit dat de geïnstalleerde regelaar de interfaces in dit document ondersteunt en dat strikt wordt voldaan aan de vereisten voor de regelaar en de frequentieomvormer, inclusief de relevante beperkingen.

De ingebouwde Modbus RTU (Remote Terminal Unit) dient om te communiceren met elke mogelijke regelaar die de in dit document vermelde interfaces ondersteunt. Er is aangenomen dat de gebruiker volledig op de hoogte is van de functies en beperkingen van de regelaar.

### 3.8.9.2 Overzicht Modbus RTU

Het Modbus RTU-overzicht beschrijft het proces dat een regelaar gebruikt om toegang te vragen tot een ander apparaat. Dit proces is hetzelfde voor alle typen fysieke-communicatienetwerken. Dit proces bepaalt bijvoorbeeld hoe de Modbus RTU reageert op verzoeken van een ander apparaat en de wijze waarop fouten worden gedetecteerd en gerapporteerd. Het zorgt tevens voor een standaard formaat voor de indeling en inhoud van berichtvelden. Tijdens communicatie over een Modbus RTU-netwerk bepaalt het protocol hoe elke regelaar

- het adres van het apparaat verkrijgt;
- een aan hem geadresseerd bericht herkent;
- bepaalt welke acties moeten worden ondernomen;
- gegevens of andere informatie uit het bericht haalt.

Als een antwoord nodig is, zal de regelaar het antwoordbericht opstellen en verzenden.

Regelaars communiceren via een master-slavemethode waarbij enkel de master transacties (zogenaamde query's) kan initiëren. Slaves reageren door de gevraagde data aan de master te leveren of de via de query gevraagde actie uit te voeren.

De master kan afzonderlijke slaves aanspreken of een broadcastbericht naar alle slaves sturen. Wanneer een slave een query ontvangt die speciaal aan hem is geadresseerd, zendt hij een antwoord terug. Na een broadcastquery van de master wordt geen antwoord teruggezonden. Het Modbus RTU-protocol bepaalt de indeling voor de query van de master door de volgende gegevens aan te leveren:

- het adres van het apparaat (of de broadcast);
- een functiecode die de gevraagde actie definieert;
- eventuele te verzenden data;
- een foutcontrolelevel.

Het antwoordbericht van de slave wordt ook gedefinieerd op basis van het Modbus-protocol. Het bevat velden voor het bevestigen van de uitgevoerde actie, eventuele terug te zenden data, en een foutcontrolelevel. Als bij de ontvangst van het bericht een fout optreedt, of als de slave niet in staat is om de gevraagde actie uit te voeren, zal de slave een foutmelding genereren en deze als antwoord terugzenden; het is ook mogelijk dat er een time-out plaatsvindt.

### 3.8.9.3 Frequentieomvormer met Modbus RTU

De frequentieomvormer communiceert in Modbus RTU-indeling over de ingebouwde RS485-interface. Modbus RTU biedt toegang tot het stuurwoord en de busreferentie van de frequentieomvormer.

Het stuurwoord stelt de Modbus-master in staat om diverse belangrijke functies van de frequentieomvormer te besturen.

- Start
- De frequentieomvormer kan op verschillende manieren worden gestopt:
  - Vrijloop na stop
  - Snelle stop
  - Stop via DC-rem
  - Normale (ramp)stop
- Reset na een uitschakeling (trip)
- Draaien op diverse vooraf ingestelde toerentallen
- Omgekeerd draaien
- Wijzigen van de actieve setup
- Besturen van het ingebouwde relais van de frequentieomvormer

De busreferentie wordt gewoonlijk gebruikt voor een snelheidsregeling. Het is ook mogelijk om toegang te krijgen tot deze parameters, deze uit te lezen en, waar mogelijk, er waarden naartoe te schrijven. Dit biedt een reeks besturingsopties, inclusief het besturen van het setpoint van de frequentieomvormer als gebruik wordt gemaakt van de interne PI-regelaar.

### 3.8.9.4 Netwerkconfiguratie

Stel de volgende parameters in om Modbus RTU op de frequentieomvormer in te schakelen:

Parameter	Instelling
8-30 Protocol	Modbus RTU
8-31 Adres	1-247
8-32 Baudsnelheid	2400-115200
8-33 Par./stopbits	Even pariteit, 1 stopbit (standaard)

Tabel 3.33 Parameters Modbus RTU

### 3.8.10 Berichtframingstructuur Modbus RTU

#### 3.8.10.1 Frequentieomvormer met Modbus RTU

De regelaars zijn ingesteld voor communicatie op het Modbus-netwerk via de RTU (Remote Terminal Unit) modus, waarbij elke byte in een bericht twee 4-bits hexadecimale tekens bevat. De gegevensindeling voor elke byte wordt aangegeven in *Tabel 3.34*.

Startbit	Databyte								Stop/pariteit	Stop

Tabel 3.34 Gegevensindeling voor elke byte

Coderingssysteem	8-bits binair, hexadecimaal 0-9, A-F. 2 hexadecimale tekens in elk 8-bits veld van het bericht.
Bits per byte	1 startbit. 8 databits, de minst significante bit wordt eerst verzonden; 1 bit voor even/oneven pariteit; geen bit voor geen pariteit. 1 stopbit bij gebruik pariteit; 2 bits bij geen pariteit.
Foutcontroleveld	Cyclical Redundancy Check (CRC).

#### 3.8.10.2 Berichtenstructuur Modbus RTU

Het zendende apparaat plaatst een Modbus RTU-bericht in een frame met een bekend start- en eindpunt. Daardoor kunnen ontvangende apparaten aan het begin van het bericht beginnen, het adresgedeelte lezen, bepalen aan welk apparaat (of alle apparaten bij een broadcastbericht) het geadresseerd is en herkennen wanneer het bericht volledig is. Onvolledige berichten worden gedetecteerd en fouten worden als resultaat gezonden. Tekens voor verzending moeten voor elk veld in hexadecimale notatie 00 tot FF zijn gesteld. De frequentieomvormer bewaakt de netwerkbus continu, ook tijdens stille intervallen. Wanneer het eerste veld (het adresveld) wordt ontvangen, wordt het door elke frequentieomvormer of apparaat gedecodeerd om te bepalen welk apparaat wordt geadresseerd. Modbus RTU-berichten die aan nul zijn geadresseerd, zijn broadcastberichten. Voor broadcastberichten is geen antwoord toegestaan. In *Tabel 3.35* wordt een typisch berichtenframe weergegeven.

Start	Adres	Functie	Data	CRC-controle	Einde
T1-T2-T3-T4	8 bits	8 bits	N x 8 bits	16 bits	T1-T2-T3-T4

Tabel 3.35 Typische structuur Modbus RTU-berichten

### 3.8.10.3 Start-/stopveld

Berichten starten met een stille periode met een tijdsduur van minstens 3,5 tekens. Dit wordt geïmplementeerd als een meervoud van tekenintervallen bij de geselecteerde baudsnelheid van het netwerk (aangegeven als Start T1-T2-T3-T4). Het eerste veld dat moet worden verzonden, is het apparaatadres. Na het laatste verzonden teken volgt een vergelijkbare periode met een tijdsduur van minstens 3,5 tekens om het einde van het bericht aan te geven. Na deze periode kan een nieuw bericht beginnen. Het volledige berichtenframe moet als een continue stroom worden verzonden. Als voor voltooiing van het frame een stilte valt met een interval van meer dan 1,5 teken, gooit het ontvangende apparaat het onvolledige bericht weg en gaat het ervan uit dat de volgende byte het adresveld van een nieuw bericht zal bevatten. Als een nieuw bericht begint binnen een interval van 3,5 tekens na een voorgaand bericht, gaat het ontvangende apparaat ervan uit dat dit bericht een vervolg is op het eerdere bericht. Dit zal een time-out veroorzaken (geen antwoord van de slave), omdat de waarde in het laatste CRC-veld niet geldig is voor de gecombineerde berichten.

### 3.8.10.4 Adresveld

Het adresveld van een berichtenframe bevat 8 bits. Geldige adressen voor slaveapparaten liggen in het bereik van 0-247 decimaal. De individuele slaveapparaten krijgen adressen toegewezen in het bereik van 1-247. (0 is gereserveerd voor de broadcastmodus en wordt door alle slaves herkend.) Een master adresseert een slave door het slaveadres in het adresveld van het bericht te plaatsen. Wanneer de slave zijn antwoord zendt, plaatst hij het eigen adres in dit adresveld om de master te laten weten welke slave reageert.

### 3.8.10.5 Functieveld

Het functieveld van een berichtenframe bevat 8 bits. Geldige codes liggen in het bereik van 1-FF. Functievelden worden gebruikt om berichten te verzenden tussen master en slave. Wanneer een bericht van een master naar een slaveapparaat wordt verzonden, vertelt het functiecodeveld de slave wat voor actie hij moet uitvoeren. Wanneer de slave antwoordt aan de master, gebruikt hij het functiecodeveld om een normaal (foutvrij) antwoord te geven dan wel aan te geven dat er een fout is opgetreden (uitzonderingsantwoord genoemd). Voor een normaal antwoord zendt de slave simpelweg de originele functiecode terug. Voor een uitzonderingsantwoord zendt de slave een code terug die overeenkomt met de originele functiecode, maar waarbij het belangrijkste bit op logische 1 is gezet. Bovendien plaatst de slave een unieke code in het dataveld van het antwoordbericht. Dit vertelt de master wat voor type fout is opgetreden of de reden voor de uitzondering. Zie ook *hoofdstuk 3.8.10.10 Door Modbus RTU*

*ondersteunde functiecodes en hoofdstuk 3.8.10.11 Uitzonderingscodes Modbus.*

### 3.8.10.6 Dataveld

Het dataveld wordt opgebouwd met behulp van 2 hexadecimale getallen, in het bereik van 00-FF hex. Deze bestaan uit 1 RTU-teken. Het dataveld van berichten die van een master naar een slaveapparaat worden gezonden, bevat aanvullende informatie die de slave moet gebruiken om de in de functiecode gedefinieerde actie uit te voeren. Dit kan bijvoorbeeld een spoel- of registeradres zijn, het aantal items dat moet worden afgehandeld of het aantal actuele databytes in het veld.

### 3.8.10.7 CRC-controleveld

Berichten bevatten onder meer een controleveld dat werkt op basis van de Cyclical Redundancy Check (CRC)-methode. Het CRC-veld controleert de inhoud van het volledige bericht. Deze controle wordt ook toegepast als voor afzonderlijke tekens van het bericht al een pariteitscontrolemethode wordt uitgevoerd. De CRC-waarde wordt berekend door het zendende apparaat, dat de CRC achter het laatste veld in het bericht plakt. Het ontvangende apparaat berekent opnieuw een CRC tijdens de ontvangst van het bericht en vergelijkt de berekende waarde met de actuele waarde die werd ontvangen in het CRC-veld. Als de 2 waarden niet gelijk zijn, volgt een bustime-out. Het controleveld bevat een 16-bits binaire waarde die wordt geïmplementeerd als twee 8-bits bytes. Wanneer dit wordt gedaan, wordt eerst de lage byte van het veld aangeplakt, gevolgd door de hoge byte. De hoge byte van de CRC is de laatste byte die in het bericht wordt verzonden.

### 3.8.10.8 Adressering spoelregister

In Modbus zijn alle gegevens georganiseerd in spoelen en registers. Een spoel kan één bit bevatten, terwijl een register een woord van 2 bytes (16 bits) kan bevatten. Alle data-adressen in Modbus-berichten worden berekend vanaf nul. De eerste keer dat een data-item voorkomt, wordt hieraan nummer 0 toegewezen. Bijvoorbeeld: de spoel die bekend is als *spoel 1* in een programmeerbare regelaar, wordt geadresseerd als het adresveld van een Modbus-bericht. *Spoel 127 decimaal* wordt geadresseerd als *spoel 007E hex (126 decimaal)*. *Register 40001* wordt geadresseerd als *register 0000* in het data-adresveld van het bericht. Het functiecodeveld definieert al een registeractie. Daarom is de 4XXXX-referentie impliciet. *Register 40108* wordt geadresseerd als *register 006B hex (107 decimaal)*.

Spoelnummer	Beschrijving	Signaalrichting
1-16	Stuurwoord frequentieomvormer.	Master naar slave
17-32	Bereik toerental of setpointreferentie frequentieomvormer 0x0-0xFFFF (-200% ... ~200%)	Master naar slave
33-48	Statuswoord frequentieomvormer (zie Tabel 3.38)	Slave naar master
49-64	Modus zonder terugkoppeling: uitgangsfrequentie frequentieomvormer. Modus met terugkoppeling: terugkoppelingssignaal frequentieomvormer.	Slave naar master
65	Besturing voor schrijven parameter (master naar slave)	Master naar slave
	0 Wijzigingen van parameterwaarden worden geschreven naar het RAM van de frequentieomvormer.	
	1 Wijzigingen van parameterwaarden worden geschreven naar RAM en EEPROM van de frequentieomvormer.	
66-65536	Gereserveerd	

Tabel 3.36 Beschrijving spoelen

Spoel	0	1
01	Digitale referentie, lsb	
02	Digitale referentie, msb	
03	DC-rem	Geen DC-rem
04	Vrijloop na stop	Geen vrijloop na stop
05	Snelle stop	Geen snelle stop
06	Uitgangsfreq. vasthouden	Uitgangsfreq. niet vasthouden
07	Uitloopstop	Start
08	Niet resetten	Reset
09	Geen jog	Jog
10	Ramp 1	Ramp 2
11	Data niet geldig	Data geldig
12	Relais 1 uit	Relais 1 aan
13	Relais 2 uit	Relais 2 aan
14	Setup lsb	
15	Setup msb	
16	Geen omkeren	Omkeren

Tabel 3.37 Stuurwoord frequentieomvormer (FC-profiel)

Spoel	0	1
33	Besturing niet gereed	Besturing gereed
34	Frequentieomvormer niet gereed	Frequentieomvormer gereed
35	Vrijloop na stop	Veiligheidsvergrendeling
36	Geen alarm	Alarm
37	Niet gebruikt	Niet gebruikt
38	Niet gebruikt	Niet gebruikt
39	Niet gebruikt	Niet gebruikt
40	Geen waarschuwing	Waarschuwing
41	Niet op referentie	Op referentie
42	Handmodus	Automodus
43	Buiten frequentiebereik	Binnen frequentiebereik
44	Gestopt	Actief
45	Niet gebruikt	Niet gebruikt
46	Geen spanningswaarschuwing	Spanningswaarschuwing
47	Niet binnen stroomgrens	Stroomgrens
48	Geen thermische waarschuwing	Thermische waarschuwing

Tabel 3.38 Statuswoord frequentieomvormer (FC-profiel)

Registernummer	Beschrijving
00001-00006	Gereserveerd
00007	Laatste foutcode van een FC-dataobjectinterface
00008	Gereserveerd
00009	Parameterindex <sup>1)</sup>
00010-00990	Parametergroep 000 (parameter 0-01 tot en met 0-99)
01000-01990	Parametergroep 100 (parameter 1-00 tot en met 1-99)
02000-02990	Parametergroep 200 (parameter 2-00 tot en met 2-99)
03000-03990	Parametergroep 300 (parameter 3-00 tot en met 3-99)
04000-04990	Parametergroep 400 (parameter 4-00 tot en met 4-99)
...	...
49000-49990	Parametergroep 4900 (parameter 49-00 tot en met 49-99)
50000	Ingangsgegevens: stuurwoordregister frequentieomvormer (CTW).
50010	Ingangsgegevens: busreferentieregister (REF).
...	...
50200	Uitgangsgegevens: statuswoordregister frequentieomvormer (STW).
50210	Uitgangsgegevens: hoofdregister actuele waarde frequentieomvormer (MAV).

Tabel 3.39 Registers

1) Wordt gebruikt om aan te geven welk indexnummer moet worden gebruikt om toegang te krijgen tot een geïndexeerde parameter.

### 3.8.10.9 De frequentieomvormer besturen

Beschikbare codes voor gebruik in de functie- en datavelden van een Modbus RTU-bericht staan vermeld in hoofdstuk 3.8.10.10 Door Modbus RTU ondersteunde functiecodes en hoofdstuk 3.8.10.11 Uitzonderingscodes Modbus.

### 3.8.10.10 Door Modbus RTU ondersteunde functiecodes

Modbus RTU ondersteunt het gebruik van de functiecodes (zie Tabel 3.40) in het functieveld van een bericht.

Functie	Functiecode (hex)
Spoelen lezen	1
Registers lezen	3
Eén spoel schrijven	5
Eén register schrijven	6
Meerdere spoelen schrijven	F
Meerdere registers schrijven	10
Communicatiegebeurtenissteller ophalen	B
Slave-ID rapporteren	11

Tabel 3.40 Functiecodes

Functie	Functiecode	Subfunctiecode	Subfunctie
Diagnostiek	8	1	Communicatie hervatten
		2	Diagnostisch register terugzenden
		10	Tellers en diagnostisch register wissen
		11	Busberichtenteller terugzenden
		12	Buscommunicatiefoutenteller terugzenden
		13	Slavefoutenteller terugzenden
		14	Slaveberichtenteller terugzenden

Tabel 3.41 Functiecodes en subfunctiecodes

### 3.8.10.11 Uitzonderingscodes Modbus

Zie hoofdstuk 3.8.10.5 Functieveld voor een volledige beschrijving van de opbouw van een uitzonderingscode.

Code	Naam	Betekenis
1	Ongeldige functie	De functiecode die ontvangen werd in de query, is geen geldige actie voor de server (of slave). Dit kan zijn omdat de functiecode alleen van toepassing is op nieuwere apparatuur en niet geïmplementeerd is in de geselecteerde eenheid. Het kan ook aangeven dat de server (of slave) niet in de juiste toestand verkeert om een verzoek van dit type te kunnen verwerken, bijvoorbeeld omdat hij niet geconfigureerd is en een verzoek krijgt om registerwaarden terug te zenden.
2	Ongeldig data-adres	Het data-adres dat ontvangen werd in de query, is geen geldig adres voor de server (of slave). Beter gezegd: de combinatie van referentienummer en overdracht-slengthe is ongeldig. Voor een regelaar met 100 registers zou een verzoek met offset 96 en lengte 4 succesvol zijn; een verzoek met offset 96 en lengte 5 resulteert in uitzondering 02.
3	Ongeldige datawaarde	Een waarde in het queryveld is geen geldige waarde voor de server (of slave). Dit geeft een fout aan in de opbouw van het resterende deel van een complex verzoek, zodat de geïmpliceerde lengte onjuist is. Het betekent beslist NIET dat een gegevenselement dat voor opslag in een register wordt aangeleverd, een waarde heeft die buiten de verwachting van het toepassingsprogramma ligt, omdat het Modbus-protocol zich niet bewust is van de betekenis van specifieke waarden in een bepaald register.
4	Fout slave-apparaat	Er is een onherstelbare fout opgetreden terwijl de server (of slave) probeerde om de gevraagde actie uit te voeren.

Tabel 3.42 Uitzonderingscodes Modbus

## 3.8.11 Toegang tot parameters

### 3.8.11.1 Parameterafhandeling

Het PNU (parameternummer) wordt vertaald vanuit het registeradres dat is opgenomen in het Modbus schrijf- of leesbericht. Het parameternummer wordt naar Modbus vertaald als (10 x parameternummer) decimaal. Voorbeeld: Uitlezing 3-12 Catch up/slow Down Value (16 bit): register 3120 houdt de waarde van de parameter vast. Een waarde van 1352 (decimaal) betekent dat de parameter is ingesteld op 12,52%.

Uitlezing 3-14 *Ingestelde relatieve ref.* (32 bit): de registers 3410 en 3411 houden de waarde van de parameter vast. Een waarde van 11300 (decimaal) betekent dat de parameter is ingesteld op 1113,00.

Informatie over de parameters, de grootte en de conversie-index vindt u in de *programmeerhandleiding*.

### 3.8.11.2 Dataopslag

Spoel 65 decimaal bepaalt of data die naar de frequentie-omvormer wordt geschreven, in EEPROM en RAM (spoel 65 = 1) of enkel in RAM (spoel 65=0) wordt opgeslagen.

### 3.8.11.3 IND (index)

Sommige parameters in de frequentieomvormer zijn arrayparameters, zoals 3-10 *Ingestelde ref.*. Omdat Modbus geen ondersteuning biedt voor arrays in de registers, reserveert de frequentieomvormer register 9 als verwijzing naar de array. Voordat u een arrayparameter leest of schrijft, moet u register 9 instellen. Als het register wordt ingesteld op de waarde 2, wordt bij lezen/schrijven naar arrayparameters in het vervolg altijd de index 2 gebruikt.

### 3.8.11.4 Tekstblokken

Parameters die als een tekstreeks zijn opgeslagen, kunnen op dezelfde manier worden benaderd als andere parameters. De maximumgrootte van tekstblokken is 20 tekens. Als een leesverzoek voor een parameter om meer tekens vraagt dan in de parameter zijn opgeslagen, wordt het antwoord afgekapt. Als het leesverzoek voor een parameter om minder tekens vraagt dan in de parameter zijn opgeslagen, wordt de ruimte in het antwoord helemaal opgevuld.

### 3.8.11.5 Conversiefactor

Omdat een parameterwaarde alleen als een geheel getal kan worden overgebracht, moet er een conversiefactor worden gebruikt om decimalen over te brengen.

### 3.8.11.6 Parameterwaarden

#### Standaard datatypen

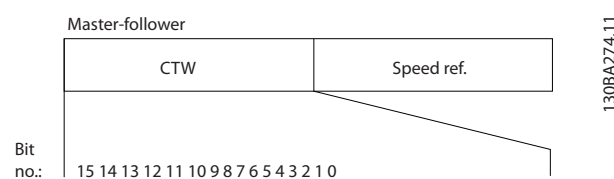
Standaard datatypen zijn int16, int32, uint8, uint16 en uint32. Deze worden opgeslagen als 4x-registers (40001-4FFFF). De parameters worden gelezen met behulp van de functie 03 hex *Registers lezen*. Parameters worden geschreven met behulp van de functie 6 hex *Eén register schrijven* voor 1 register (16 bits) en de functie 10 hex *Meerdere registers schrijven* voor 2 registers (32 bits). Leesbare groottes variëren van 1 register (16 bits) tot 10 registers (20 tekens).

#### Niet-standaard datatypen

Niet-standaard datatypen zijn tekstreeksen en worden opgeslagen als 4x-registers (40001-4FFFF). De parameters worden gelezen met behulp van functie 03 hex *Registers lezen* en geschreven met behulp van functie 10 hex *Meerdere registers lezen*. Leesbare groottes variëren van 1 register (2 tekens) tot 10 registers (20 tekens).

### 3.8.12 FC-omvormerstuurwoordprofiel

#### 3.8.12.1 Stuurwoord overeenkomstig het FC-profiel (8-10 *Stuurwoordprofiel* = FC-profiel)



Afbeelding 3.55 Stuurwoord

Bit	Bitwaarde = 0	Bitwaarde = 1
00	Referentiewaarde	Externe selectie, lsb
01	Referentiewaarde	Externe selectie, msb
02	DC-rem	Ramp
03	Vrijloop	Geen vrijloop
04	Snelle stop	Ramp
05	Uitgangsfreq. vasthouden	Aan-/uitloop gebruiken
06	Uitloopstop	Start
07	Geen functie	Reset
08	Geen functie	Jog
09	Ramp 1	Ramp 2
10	Data ongeldig	Data geldig
11	Geen functie	Relais 01 actief
12	Geen functie	Relais 02 actief
13	Parametersetup	Selectie lsb
14	Parametersetup	Selectie msb
15	Geen functie	Omkeren

Tabel 3.43 Stuurwoordbits

## Beschrijving van de stuurbits

### Bits 00/01

Bit 00 en 01 worden gebruikt om een van de 4 referentiewaarden te selecteren die zijn voorgeprogrammeerd in 3-10 *Ingestelde ref.* overeenkomstig Tabel 3.44:

Ingestelde ref.waarde	Parameter	Bit 01	Bit 00
1	3-10 <i>Ingestelde ref.</i> [0]	0	0
2	3-10 <i>Ingestelde ref.</i> [1]	0	1
3	3-10 <i>Ingestelde ref.</i> [2]	1	0
4	3-10 <i>Ingestelde ref.</i> [3]	1	1

Tabel 3.44 Referentiewaarden

## LET OP

Selecteer een optie in 8-56 *Select. ingestelde ref.* om in te stellen hoe bit 00/01 wordt gecombineerd (gated) met de corresponderende functie op de digitale ingangen.

### Bit 02, DC-rem

Bit 02 = 0 leidt tot DC-remmen en stop. Stel de remstroom en de remtijd in onder 2-01 *DC-remstroom* en 2-02 *DC-remtijd*.

Bit 02 = 1 leidt tot uitloop.

### Bit 03, Vrijloop

Bit 03 = 0: de frequentieomvormer geeft de motor onmiddellijk vrij (de uitgangstransistoren zijn uitgeschakeld) waarna de motor vrijloopt tot stilstand.

Bit 03 = 1: de frequentieomvormer start de motor als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

Selecteer een optie in 8-50 *Vrijloopselectie* om in te stellen hoe bit 03 wordt gecombineerd (gated) met de corresponderende functie op een digitale ingang.

### Bit 04, Snelle stop

Bit 04 = 0: laat het motortoerental uitlopen tot stop (ingesteld in 3-81 *Snelle stop ramp-tijd*).

### Bit 05, Uitgangsfrequentie vasthouden

Bit 05 = 0: de huidige uitgangsfrequentie (in Hz) wordt vastgehouden. Wijzig de vastgehouden uitgangsfrequentie alleen via de digitale ingangen (5-10 *Klem 18 digitale ingang* tot 5-15 *Klem 33 digitale ingang*), ingesteld op *Snelh. omh.* en *Snelh. omlaag*.

## LET OP

Als Uitgang vasthouden actief is, kan de frequentieomvormer alleen op de volgende manier worden gestopt:

- Bit 03 Vrijloop na stop
- Bit 02 DC-rem
- Digitale ingang (5-10 *Klem 18 digitale ingang* tot 5-15 *Klem 33 digitale ingang*) geprogrammeerd als DC-rem geïnv., Vrijloop geïnv. of Vrijloop & reset inv.

### Bit 06, Uitloopstop/start

Bit 06 = 0: leidt tot stop, waarbij het motortoerental uitloopt naar stop via de geselecteerde uitloopparameter. Bit 06 = 1: betekent dat de frequentieomvormer de motor kan starten als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

Selecteer een optie in 8-53 *Startselectie* om in te stellen hoe bit 06 Uitloopstop/start wordt gecombineerd (gated) met de corresponderende functie op een digitale ingang.

### Bit 07, Reset

Bit 07 = 0: niet resetten.

Bit 07 = 1: heft een uitschakeling op. Reset wordt geactiveerd op de voorflank van een signaal, bijvoorbeeld wanneer logische 0 wordt gewijzigd in logische 1.

### Bit 08, Jog

Bit 08 = 1: de uitgangsfrequentie wordt bepaald door 3-19 *Jog-snelh.* [TPM].

### Bit 09, Keuze van ramp 1/2

Bit 09 = 0: Ramp 1 is actief (3-41 *Ramp 1 aanlooptijd* tot 3-42 *Ramp 1 uitlooptijd*).

Bit 09 = 1: Ramp 2 is actief (3-51 *Ramp 2 aanlooptijd* tot 3-52 *Ramp 2 uitlooptijd*).

### Bit 10, Data niet geldig/data geldig

Bepaalt of de frequentieomvormer het stuurwoord moet gebruiken of negeren.

Bit 10 = 0: het stuurwoord wordt genegeerd.

Bit 10 = 1: het stuurwoord wordt gebruikt. Deze functie is van belang omdat het telegram altijd een stuurwoord bevat, ongeacht het telegramtype. Schakel het stuurwoord uit als dit niet moet worden gebruikt bij het bijwerken of lezen van parameters.

### Bit 11, Relais 01

Bit 11 = 0: relais niet geactiveerd.

Bit 11 = 1: relais 01 is geactiveerd op voorwaarde dat *Stuurwoord bit 11* is geselecteerd in 5-40 *Funcierelais*.

### Bit 12, Relais 04

Bit 12 = 0: relais 04 is niet geactiveerd.

Bit 12 = 1: relais 04 is geactiveerd op voorwaarde dat *Stuurwoord bit 12* is geselecteerd in 5-40 *Funcierelais*.

### Bit 13/14, Setupselectie

Gebruik bit 13 en 14 om een van de 4 menusetups te selecteren aan de hand van Tabel 3.45.

Setup	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tabel 3.45 Specificatie van menusetups

De functie is alleen beschikbaar als [9] *Multi setup* is geselecteerd in *0-10 Actieve setup*.

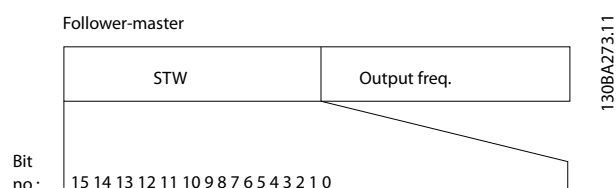
Selecteer een optie in *8-55 Setupselectie* om in te stellen hoe bit 13/14 wordt gecombineerd (gated) met de corresponderende functie op de digitale ingangen.

#### Bit 15 Omkeren

Bit 15 = 0: niet omkeren.

Bit 15 = 1: omkeren. Bij de standaardinstelling is omkeren ingesteld op digitaal in *8-54 Omkeersselectie*. Bit 15 leidt alleen tot omkeren wanneer *Bus, Log. OR* of *Log. AND* is geselecteerd.

### 3.8.12.2 Statuswoord overeenkomstig het FC-profiel (STW) (8-10 Stuurwoordprofiel = FC-profiel)



Afbeelding 3.56 Statuswoord

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Besturing niet gereed	Besturing gereed
01	Omvormer niet gereed	Omvormer gereed
02	Vrijloop	Ingesch.
03	Geen fout	Uitschakeling (trip)
04	Geen fout	Fout (geen uitschakeling)
05	Gereserveerd	-
06	Geen fout	Uitschakeling met blokkering
07	Geen waarschuwing	Waarschuwing
08	Snelheid $\neq$ referentie	Snelheid = referentie
09	Lokale bediening	Busbesturing
10	Buiten frequentiebegrenzing	Frequentiebegrenzing OK
11	Niet in bedrijf	In bedrijf
12	Omvormer OK	Gestopt, autostart
13	Spanning OK	Spanning overschreden
14	Koppel OK	Koppel overschreden
15	Timer OK	Timer overschreden

Tabel 3.46 Statuswoordbits

#### Beschrijving van de statusbits

##### Bit 00, Besturing niet gereed/gereed

Bit 00 = 0: de frequentieomvormer wordt uitgeschakeld.  
Bit 00 = 1: de besturingen van de frequentieomvormer zijn gereed, maar het vermogensdeel hoeft niet noodzakelijk-kerwijs stroom te ontvangen (in het geval van een externe 24 V-voeding naar de besturingen).

##### Bit 01, Omvormer gereed

Bit 01 = 1: de frequentieomvormer is gereed voor bedrijf, maar er is een actief vrijloopcommando via de digitale ingangen of via seriële communicatie.

##### Bit 02, Vrijloop na stop

Bit 02 = 0: de frequentieomvormer heeft de motor vrijgegeven.

Bit 02 = 1: de frequentieomvormer start de motor met een startcommando.

##### Bit 03, Geen fout/uitschakeling

Bit 03 = 0: de frequentieomvormer staat niet in de foutmodus.

Bit 03 = 1: de frequentieomvormer wordt uitgeschakeld. Druk op [Reset] om de omvormer weer in bedrijf te stellen.

##### Bit 04, Geen fout/fout (geen uitschakeling)

Bit 04 = 0: de frequentieomvormer staat niet in de foutmodus.

Bit 04 = 1: de frequentieomvormer geeft een fout aan maar schakelt niet uit.

##### Bit 05, Niet gebruikt

bit 05 wordt niet gebruikt in het statuswoord.

##### Bit 06, Geen fout/uitschakeling met blokkering

Bit 06 = 0: de frequentieomvormer staat niet in de foutmodus.

Bit 06 = 1: de frequentieomvormer is uitgeschakeld en geblokkeerd.

##### Bit 07, Geen waarschuwing/waarschuwing

Bit 07 = 0: Er zijn geen waarschuwingen.

Bit 07 = 1: er is een waarschuwing.

##### Bit 08, Snelheid $\neq$ referentie/snelheid = referentie

Bit 08 = 0: de motor loopt, maar het huidige toerental wijkt af van de ingestelde snelheidsreferentie. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer het toerental wordt verhoogd/verlaagd tijdens starten/stoppen.

Bit 08 = 1: het motortoerental komt overeen met de ingestelde snelheidsreferentie.

##### Bit 09, Lokale bediening/busbesturing

Bit 09 = 0: [Stop/Reset] wordt geactiveerd op de besturingseenheid of *Lokaal* is geselecteerd in *3-13 Referentieplaats*. Besturing via seriële communicatie is niet mogelijk.

Bit 09 = 1: de frequentieomvormer kan via de veldbus/seriële communicatie worden bestuurd.

##### Bit 10, Buiten frequentiebegrenzing

Bit 10 = 0: de uitgangsfrequentie heeft de ingestelde waarde in *4-11 Motorsnelh. lage begr. [RPM]* of *4-13 Motorsnelh. hoge begr. [RPM]* bereikt.



Bit 10 = 1: de uitgangsfrequentie bevindt zich binnen de gedefinieerde begrenzingsen.

**Bit 11, Niet in bedrijf/in bedrijf**

Bit 11 = 0: de motor loopt niet.

Bit 11 = 1: de frequentieomvormer heeft een startsignaal gekregen of de uitgangsfrequentie is hoger dan 0 Hz.

**Bit 12, Omvormer OK/gestopt, autostart**

Bit 12 = 0: er is geen tijdelijke overtemperatuur in de omvormer.

Bit 12 = 1: de omvormer stopt vanwege een overtemperatuur, maar de eenheid schakelt niet uit en zal de werking hervatten zodra de overtemperatuur verdwijnt.

**Bit 13, Spanning OK/begrenzing overschreden**

Bit 13 = 0: er zijn geen spanningswaarschuwingen.

Bit 13 = 1: de DC-spanning in de tussenkring van de frequentieomvormer is te laag of te hoog.

**Bit 14, Koppel OK/begrenzing overschreden**

Bit 14 = 0: de motorstroom is lager dan de ingestelde koppelbegrenzing in *4-18 Stroombegr.*

Bit 14 = 1: de koppelbegrenzing in *4-18 Stroombegr.* is overschreden.

**Bit 15, Timer OK/begrenzing overschreden**

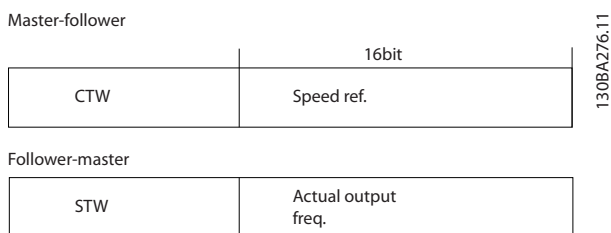
Bit 15 = 0: de timers voor thermische motorbeveiliging en thermische beveiliging hebben de 100% niet overschreden.

Bit 15 = 1: een van de timers heeft de 100% overschreden.

Alle bits in het STW worden ingesteld op 0 als de verbinding tussen de Interbus-optie en de frequentieomvormer wordt verbroken of als er een intern communicatieprobleem is opgetreden.

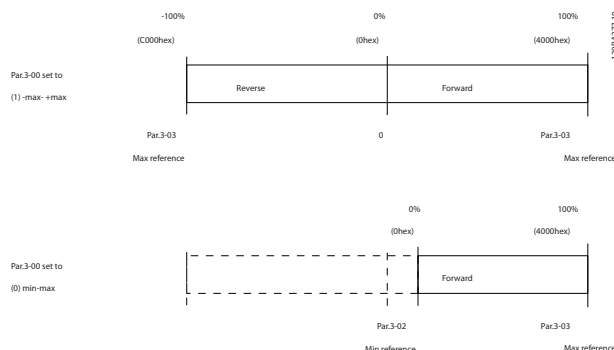
**3.8.12.3 Referentiewaarde bussnelheid**

De referentiewaarde voor de snelheid wordt naar de frequentieomvormer verzonden als een relatieve waarde in %. De waarde wordt verzonden in de vorm van een 16-bits woord, als een geheel getal (0-32767). De waarde 16384 (4000 hex) komt overeen met 100%. Negatieve getallen worden berekend volgens het 2-complement. De actuele uitgangsfrequentie (MAV) wordt op dezelfde wijze geschaald als de busreferentie.



**Afbeelding 3.57 Actuele uitgangsfrequentie (MAV)**

De referentie en MAV worden als volgt geschaald:



**Afbeelding 3.58 Referentie en MAV**

**3.8.12.4 Stuurwoord overeenkomstig het PROFdrive-profiel (CTW)**

Het stuurwoord wordt gebruikt om commando's te verzenden van een master (bijv. een pc) naar een slave.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Uit 1	Aan 1
01	Uit 2	Aan 2
02	Uit 3	Aan 3
03	Vrijloop	Geen vrijloop
04	Snelle stop	Ramp
05	Frequentie-uitgang vasthouden	Aan-/uitloop gebruiken
06	Uitloopstop	Start
07	Geen functie	Reset
08	Jog 1 uit	Jog 1 aan
09	Jog 2 uit	Jog 2 aan
10	Data ongeldig	Data geldig
11	Geen functie	Vertragen
12	Geen functie	Versnellen
13	Parametersetup	Selectie lsb
14	Parametersetup	Selectie msb
15	Geen functie	Omkeren

**Tabel 3.47 Stuurwoordbits**

**Beschrijving van de stuurbits**

**Bit 00, Uit 1/Aan 1**

Normale uitloopstop waarbij gebruik wordt gemaakt van de ramp-tijden van de huidige geselecteerde ramp. Bit 00 = 0 leidt tot stop en activeert uitgangrelais 1 of 2 als de uitgangsfrequentie 0 Hz is en [Relais 123] is geselecteerd in *5-40 Functierelais*. Wanneer bit 00 = 1 bevindt de frequentieomvormer zich in Status 1: *Inschakeling geblokkeerd*.

**Bit 01, Uit 2/Aan 2**

Vrijloop na stop. Bit 01 = 0 leidt tot vrijloop na stop en activeert uitgangrelais 1 of 2 als de uitgangsfrequentie 0 Hz is en [Relais 123] is geselecteerd in *5-40 Functierelais*.

**Bit 02, Uit 3/Aan 3**

Snelle stop waarbij gebruik wordt gemaakt van de ramp-tijd van 3-81 *Snelle stop ramp-tijd*. Bit 02 = 0 leidt tot een snelle stop en activeert uitgangsrelais 1 of 2 als de uitgangsfrequentie 0 Hz is en [Relais 123] is geselecteerd in 5-40 *Functierelais*.

Wanneer bit 02 = 1 bevindt de frequentieomvormer zich in Status 1: *Inschakeling geblokkeerd*.

**Bit 03, Vrijloop/Geen vrijloop**

Vrijloopstopbit 03 = 0 leidt tot stop.

Wanneer bit 03 = 1 kan de frequentieomvormer starten als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

**LET OP**

De selectie in 8-50 *Vrijloopselectie* bepaalt hoe bit 03 is gekoppeld aan de corresponderende functie van de digitale ingangen.

**Bit 04, Snelle stop/uitloop**

Snelle stop waarbij gebruik wordt gemaakt van de ramp-tijd van 3-81 *Snelle stop ramp-tijd*.

Bit 04 = 0 leidt tot een snelle stop.

Wanneer bit 04 = 1 kan de frequentieomvormer starten als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

**LET OP**

De selectie in 8-51 *Quick Stop Select* bepaalt hoe bit 04 is gekoppeld aan de corresponderende functie van de digitale ingangen.

**Bit 05, Frequentie-uitgang vasthouden/Ramp gebruiken**

Wanneer bit 05 = 0 wordt de huidige uitgangsfrequentie gehandhaafd, ook als de referentiewaarde wordt gewijzigd. Wanneer bit 05 = 1 kan de frequentieomvormer de regulerende functie weer uitvoeren; activering vindt plaats op basis van de relevante referentiewaarde.

**Bit 06, Uitloopstop/start**

Normale uitloopstop waarbij gebruik wordt gemaakt van de ramp-tijden van de huidige geselecteerde ramp. Daarnaast wordt uitgangsrelais 01 of 04 geactiveerd als de uitgangsfrequentie 0 Hz is en relais 123 is geselecteerd in 5-40 *Functierelais*.

Bit 06 = 0 leidt tot een stop.

Wanneer bit 06 = 1 kan de frequentieomvormer de motor starten als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

**LET OP**

De selectie in 8-53 *Startselectie* bepaalt hoe bit 06 is gekoppeld aan de corresponderende functie van de digitale ingangen.

**Bit 07, Geen functie/reset**

Reset na uitschakeling.

Bevestigt gebeurtenis in foutbuffer.

Wanneer bit 07 = 0 vindt er geen reset plaats.

Een reset na uitschakeling vindt plaats wanneer de helling van bit 07 wijzigt naar 1.

**Bit 08, Jog 1 Uit/Aan**

Activering van het voorgeprogrammeerde toerental in 8-90 *Snelheid bus-jog 1*. Jog 1 is alleen mogelijk als bit 04 = 0 en bit 00-03 = 1.

**Bit 09, Jog 2 Uit/Aan**

Activering van het voorgeprogrammeerde toerental in 8-91 *Snelheid bus-jog 2*. Jog 2 is alleen mogelijk als bit 04 = 0 en bit 00-03 = 1.

**Bit 10, Data ongeldig/geldig**

Wordt gebruikt om de frequentieomvormer mee te delen of het stuurwoord moet worden gebruikt of genegeerd. Bit 10 = 0 zorgt ervoor dat het stuurwoord wordt genegeerd.

Bit 10 = 1 zorgt ervoor dat het stuurwoord wordt gebruikt. Deze functie is belangrijk omdat het stuurwoord altijd in een telegram wordt overgedragen, ongeacht het gebruikte type telegram. U kunt het stuurwoord uitschakelen als u het niet wilt gebruiken bij het bijwerken of lezen van parameters.

**Bit 11, Geen functie/vertragen**

Wordt gebruikt om de snelheidsreferentiewaarde te verlagen met de waarde die is ingesteld in 3-12 *Catch up/slow Down Value*.

Wanneer bit 11 = 0 wordt de referentiewaarde niet aangepast.

Wanneer bit 11 = 1 wordt de referentiewaarde verlaagd.

**Bit 12, Geen functie/versnellen**

Wordt gebruikt om de snelheidsreferentiewaarde te verhogen met de waarde die is ingesteld in 3-12 *Catch up/slow Down Value*.

Wanneer bit 12 = 0 wordt de referentiewaarde niet aangepast.

Wanneer bit 12 = 1 wordt de referentie verhoogd.

Als zowel vertragen als versnellen is geactiveerd (bit 11 en 12 = 1), heeft het vertragen de hoogste prioriteit, dat wil zeggen dat de snelheidsreferentiewaarde wordt verlaagd.

**Bit 13/14, Setupselectie**

Bit 13 en 14 worden gebruikt om een van de 4 parameter-setups te selecteren aan de hand van *Tabel 3.48*.

De functie is alleen beschikbaar als [9] *Multi setup* is geselecteerd in 0-10 *Actieve setup*. De geselecteerde optie in 8-55 *Setupselectie* bepaalt hoe bit 13 en 14 zijn gekoppeld aan de corresponderende functie van de digitale ingangen. Het wijzigen van een setup tijdens bedrijf is alleen mogelijk als de setups zijn gekoppeld in 0-12 *Setup gekoppeld aan*.

Setup	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Tabel 3.48 Setupselectie

**Bit 15, Geen functie/omkeren**

Bit 15 = 0 leidt niet tot omkeren.

Bit 15 = 1 leidt tot omkeren.

**LET OP**

Bij de standaardinstelling wordt omkeren ingesteld als digitaal via 8-54 Omkeerselectie.

**LET OP**

Bit 15 leidt alleen tot omkeren wanneer *Bus, Log. OR* of *Log. AND* is geselecteerd.

### 3.8.12.5 Statuswoord overeenkomstig het PROFIdrive-profiel (STW)

Het statuswoord wordt gebruikt om de master (bijvoorbeeld een pc) te informeren over de status van een slave.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Besturing niet gereed	Besturing gereed
01	Omvormer niet gereed	Omvormer gereed
02	Vrijloop	Ingesch.
03	Geen fout	Uitschakeling (trip)
04	Uit 2	Aan 2
05	Uit 3	Aan 3
06	Start mogelijk	Start niet mogelijk
07	Geen waarschuwing	Waarschuwing
08	Snelheid ≠ referentie	Snelheid = referentie
09	Lokale bediening	Busbesturing
10	Buiten frequentiebegrenzing	Frequentiebegrenzing OK
11	Niet in bedrijf	In bedrijf
12	Omvormer OK	Gestopt, autostart
13	Spanning OK	Spanning overschreden
14	Koppel OK	Koppel overschreden
15	Timer OK	Timer overschreden

Tabel 3.49 Statuswoordbits

**Beschrijving van de statusbits****Bit 00, Besturing niet gereed/gereed**

Wanneer bit 00 = 0, is bit 00, 01 of 02 van het stuurwoord 0 (Uit 1, Uit 2 of Uit 3) – anders zal de frequentieomvormer uitschakelen (trip).

Wanneer bit 00 = 1, is de besturing van de frequentieomvormer gereed, maar hoeft er geen netvoeding te zijn (in geval van een externe 24 V-voeding van het besturings-systeem).

**Bit 01, Omvormer niet gereed/gereed**

Vergelijkbaar met bit 00 maar met voeding via de voedingseenheid. De frequentieomvormer is gereed wanneer deze de noodzakelijke startsignalen ontvangt.

**Bit 02, Vrijloop/inschakelen**

Wanneer bit 02 = 0, is bit 00, 01 of 02 van het stuurwoord 0 (Uit 1, Uit 2, of Uit 3 of vrijloop) – anders zal de frequentieomvormer uitschakelen (trip).

Wanneer bit 02 = 1, is bit 00, 01 of 02 van het stuurwoord 1 – de frequentieomvormer is niet uitgeschakeld.

**Bit 03, Geen fout/uitschakeling**

Wanneer bit 03 = 0, is er geen fout opgetreden in de frequentieomvormer.

Wanneer bit 03 = 1, is de frequentieomvormer uitgeschakeld en is er een resetsignaal nodig voordat hij weer kan starten.

**Bit 04, Aan 2/Uit 2**

Bit 04 = 0 wanneer bit 01 van het stuurwoord 0 is.

Bit 04 = 1 wanneer bit 01 van het stuurwoord 1 is.

**Bit 05, Aan 3/Uit 3**

Bit 05 = 0 wanneer bit 02 van het stuurwoord 0 is.

Bit 05 = 1 wanneer bit 02 van het stuurwoord 1 is.

**Bit 06, Start mogelijk/start niet mogelijk**

Als [1] PROFIdrive is geselecteerd in 8-10 Stuurwoordprofiel, is bit 06 1 na een bevestiging na uitschakeling, na activering van Uit 2 of Uit 3 en wordt na inschakeling van de netspanning *Start niet mogelijk* gereset, waarbij bit 00 van het stuurwoord wordt ingesteld op 0 en bit 01, 02 en 10 op 1.

**Bit 07, Geen waarschuwing/waarschuwing**

Bit 07 = 0 betekent dat er geen waarschuwingen zijn.

Bit 07 = 1 betekent dat er een waarschuwing is gegenereerd.

**Bit 08, Snelheid ≠ referentie/snelheid = referentie**

Wanneer bit 08 = 0, wijkt het huidige motortoerental af van de ingestelde snelheidsreferentie. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren wanneer de snelheid via een aanloop/uitloop wordt gewijzigd tijdens het starten/stoppen.

Wanneer bit 08 = 1, komt het huidige motortoerental overeen met de ingestelde snelheidsreferentie.

**Bit 09, Lokale besturing/busbesturing**

Bit 09 = 0 geeft aan dat de frequentieomvormer is gestopt via de [Stop]-toets op het LCP of dat *Gekoppeld Hand/Auto* of *Lokaal* is geselecteerd in 3-13 Referentieplaats.

Wanneer bit 09 = 1, kan de frequentieomvormer worden bestuurd via de seriële interface.

**Bit 10, Buiten frequentiebegrenzing/frequentiebegrenzing OK**

Wanneer bit 10 = 0, ligt de uitgangsfrequentie buiten de begrenzings die zijn ingesteld in 4-52 *Waarschuwing snelheid laag* en 4-53 *Waarschuwing snelheid hoog*.

Wanneer bit 10 = 1, bevindt de uitgangsfrequentie zich binnen de ingestelde begrenzings.

**Bit 11, Niet in bedrijf/in bedrijf**

Wanneer bit 11 = 0, draait de motor niet.

Wanneer bit 11 = 1, ontvangt de frequentieomvormer een startsignaal of is de uitgangsfrequentie hoger dan 0 Hz.

**Bit 12, Omvormer OK/gestopt, autostart**

Wanneer bit 12 = 0, is er geen sprake van een tijdelijke overbelasting van de omvormer.

Wanneer bit 12 = 1, is de omvormer gestopt wegens overbelasting. De frequentieomvormer is echter niet uitgeschakeld (trip) en start weer als de overbelasting is opgeheven.

**Bit 13, Spanning OK/spanning overschreden**

Wanneer bit 13 = 0, worden de spanningsbegrenzingen van de frequentieomvormer niet overschreden.

Wanneer bit 13 = 1, is de DC-spanning in de tussenkring van de frequentieomvormer te laag of te hoog.

**Bit 14, Koppel OK/koppel overschreden**

Wanneer bit 14 = 0, is het motorkoppel lager dan de in 4-16 *Koppelbegrenzing motormodus* en 4-17 *Koppelbegrenzing generatormodus* ingestelde waarde.

Wanneer bit 14 = 1, wordt de in 4-16 *Koppelbegrenzing motormodus* of 4-17 *Koppelbegrenzing generatormodus* ingestelde koppelbegrenzing overschreden.

**Bit 15, Timer OK/timer overschreden**

Wanneer bit 15 = 0, hebben de timers voor de thermische motorbeveiliging en de thermische beveiliging van de frequentieomvormer de 100% niet overschreden.

Wanneer bit 15 = 1, heeft een van de timers de 100% overschreden.

### 3.9 Checklist systeemontwerp

Tabel 3.50 bevat een checklist voor het integreren van een frequentieomvormer in een motorregelingsstelsel. De lijst is bedoeld als geheugensteuntje voor de algemene categorieën en opties die nodig zijn voor het specificeren van de systeemvereisten.

Categorie	Details	Opmerkingen	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>FC-model</b>			
<b>Vermogen</b>			
	Volt		
	Stroom		
<b>Fysiek</b>			
	Afmetingen		
	Gewicht		
<b>Omgevingscondities tijdens bedrijf</b>			
	Temperatuur		
	Hoogte		
	Vochtigheid		
	Luchtkwaliteit/stof		
	Reductievereisten		
<b>Afmetingen behuizing</b>			
<b>Ingang</b>			
<b>Kabels</b>			
	Type		
	Lengte		
<b>Zekeringen</b>			
	Type		
	Maat		
	Nominale waarde		
<b>Opties</b>			
	Connectoren		
	Contacten		
	Filters		
<b>Uitgang</b>			
<b>Kabels</b>			
	Type		
	Lengte		

Categorie	Details	Opmerkingen	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Zekeringen</b>			
	Type		
	Maat		
	Nominale waarde		
<b>Opties</b>			
	Filters		
<b>Stuur</b>			
<b>Bedrading</b>			
	Type		
	Lengte		
	Klemaansluitingen		
<b>Communicatie</b>			
	Protocol		
	Aansluiting		
	Bedrading		
<b>Opties</b>			
	Connectoren		
	Contacten		
	Filters		
<b>Motor</b>			
	Type		
	Nominale waarde		
	Spanning		
	Opties		
<b>Speciale hulpmiddelen en apparatuur</b>			
	Verplaatsing en opslag		
	Montage		
	Elektrische aansluiting		

Tabel 3.50 Checklist systeemontwerp

## 4 Toepassingsvoorbeelden

### 4.1 Overzicht toepassingsvoorbeelden

De VLT® AQUA Drive FC 202 is ontworpen voor water- en afvalwatertoepassingen. Tot het uitgebreide pakket standaard- en optionele functies behoren een geoptimaliseerd SmartStart- en snelmenu, afgestemd op water- en afvalwatertoepassingen:

- **Cascaderegeling**  
De basiscascaderegeling is standaard ingebouwd en kan tot 3 pompen regelen. De cascaderegeling voorziet in een snelheidsregeling van één pomp in een systeem met meerdere pompen. Dit is een kosteneffectieve oplossing, bijvoorbeeld voor boostersets. Voor systemen met meerdere pompen met variabel toerental hebt u de uitgebreide cascaderelgelaar (MCO 101) of de geavanceerde cascaderelgelaar (MCO 102) nodig.
- **Motorwisseling**  
De motorwisselingsfunctionaliteit is geschikt voor toepassingen met 2 motoren of 2 pompen die samen gebruikmaken van 1 frequentieomvormer.
- **Flowcompensatie**  
Flowcompensatie past het setpoint aan op basis van de flow, en maakt het mogelijk om de druksensor dicht bij de pomp te monteren.
- **Droogloopdetectie**  
De functie voorkomt beschadiging van de pomp door drooglopen en oververhitting van de pomp te voorkomen.
- **Einde-curvedetectie**  
Deze functie detecteert wanneer de pomp op het maximale toerental werkt en het setpoint niet kan worden bereikt gedurende een door de gebruiker gedefinieerde tijd.
- **Deragging**  
Deze preventieve of reactieve reinigingsfunctie is bedoeld voor pompen in afvalwatertoepassingen. Zie hoofdstuk 4.2.3 29-1\* *Deragging Function* voor meer informatie.
- **Initiële/uiteindelijke ramps**  
Programmering van korte ramp-tijden naar/vanaf het minimale toerental beschermt lagers en zorgt voor voldoende koeling in toepassingen met pompelpompen.
- **Beveiliging afsluit-/terugslagklep**  
Een trage uitloopsnelheid beschermt afsluiters en terugslagkleppen en voorkomt waterslag.
- **STO**  
STO maakt een veilige stop (vrijloop) mogelijk wanneer een kritieke situatie ontstaat.
- **Detectie weinig flow**  
Deze functie detecteert een conditie met weinig of geen flow in het systeem.
- **Slaapmodus**  
De slaapmodusfunctie bespaart energie door de pomp te stoppen wanneer er geen vraag is.
- **Leidingvulmodus**  
De leidingvulmodus omvat functies om leidingen soepelen en zonder waterslag te vullen. Deze functie biedt diverse modi voor horizontale en verticale leidingen.
- **Realtimeklok**
- **Smart Logic Control (SLC)**  
SLC maakt het mogelijk om een reeks gebeurtenissen en acties te programmeren. SLC biedt een uitgebreide reeks PLC-functies op basis van comparatoren, logische regels en timers.
- **Voor-/nasmeren**  
Zie hoofdstuk 4.2.4 *Voor-/nasmeren* voor meer informatie.
- **Flowbevestiging**  
Zie hoofdstuk 4.2.5 29-5\* *Flow Confirmation* voor meer informatie.
- **Geavanceerde bewaking van het minimale toerental van pompelpompen**  
Zie hoofdstuk 4.2.6 *Geavanceerde bewaking van het minimale toerental van pompelpompen* voor meer informatie.
- **Preventief onderhoud**  
De functie voor preventief onderhoud maakt het mogelijk om geplande onderhoudsintervallen in de frequentieomvormer te programmeren.

### 4.2 Speciale toepassingsfuncties

#### 4.2.1 SmartStart

Dankzij de SmartStart-wizard is het in bedrijf stellen van de frequentieomvormer nu eenvoudiger en efficiënter. SmartStart wordt geactiveerd bij de eerste inschakeling en na het herstellen van de fabrieksinstellingen en leidt gebruikers door een reeks eenvoudige stappen om een correcte en zo efficiënt mogelijke motorregeling te realiseren. SmartStart kan ook rechtstreeks via het snelmenu worden gestart. Selecteer de instellingen op het grafische bedieningspaneel met 28 talen.

- Eén pomp/motor in een regeling met of zonder terugkoppeling
- Motorwisseling: wanneer 2 motoren samen gebruikmaken van 1 frequentieomvormer.

- Basisascaderegeling: snelheidsregeling van één pomp in een systeem met meerdere pompen. Dit is een kosteneffectieve oplossing in bijvoorbeeld boostersets.
- Master-slave: regel tot 8 frequentieomvormers en pompen om te zorgen voor een soepele werking van het totale pompsysteem.

## 4.2.2 Snelmenu Water en pompen

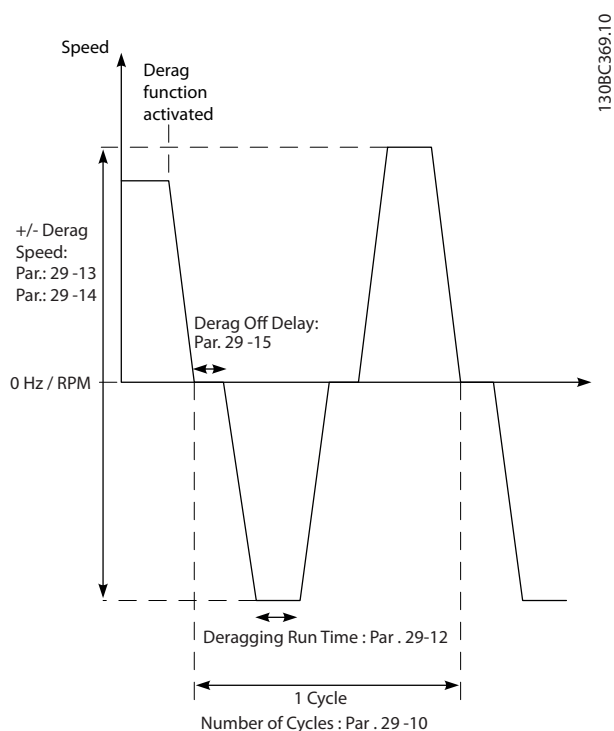
Het snelmenu Water en pompen biedt snelle toegang tot de meest gebruikte water- en pompfuncties van de VLT® AQUA Drive.

- Speciale ramps (initiële/uiteindelijke ramp, ramp afsluit-/terugslagklep)
- Slaapmodus
- Deragging
- Droogloopdetectie
- Einde-curvedetectie
- Flowcompensatie
- Leidingvulmodus voor horizontale, verticale en gemengde systemen
- Regelprestaties
- Bewaking minimumtoerental

## 4.2.3 29-1\* Deragging Function

Het doel van de deraggingfunctie is om de schoepen van de pomp te ontdoen van afvalmateriaal in afvalwatertoe-passingen, zodat de pomp normaal kan werken.

Een deragginggebeurtenis is gedefinieerd als de tijd waarop de frequentieomvormer start met het deragging-proces tot het moment waarop de frequentieomvormer hiermee stopt. Wanneer een deraggingproces wordt gestart, loopt de frequentieomvormer eerst uit tot stop. Daarna moet eerst een uit-vertragingstijd zijn verstreken voordat de eerste cyclus begint.



Afbeelding 4.1 Deraggingfunctie

Wanneer een deraggingproces wordt geactiveerd terwijl de frequentieomvormer is gestopt, wordt de eerste uit-vertraging overgeslagen. De deragginggebeurtenis kan uit meerdere cycli bestaan: een cyclus bestaande uit één puls in achterwaartse richting, gevolgd door één puls in voorwaartse richting. Het deraggingproces wordt als voltooid beschouwd wanneer het gespecificeerde aantal cycli is afgewerkt. Om precies te zijn: bij de laatste puls (altijd in voorwaartse richting) van de laatste cyclus zal het deraggingproces als voltooid worden beschouwd nadat de deragging aan-tijd is verstreken (de frequentieomvormer werkt op de deraggingsnelheid). Tussen twee pulsen loopt de uitgang van de frequentieomvormer vrij gedurende een ingestelde uit-vertragingstijd om het afvalmateriaal in de pomp tot rust te laten komen.

### LET OP

**Schakel de deraggingfunctie niet in wanneer de pomp niet in achterwaartse richting kan werken.**

Een actieve deragginggebeurtenis wordt op 3 manieren aangegeven:

- Status op het LCP: *Externe auto-derag.*
- Een bit in het uitgebreide statuswoord (bit 23, 80 0000 hex)
- De digitale uitgang kan worden geprogrammeerd om de actieve deraggingstatus weer te geven.

Afhankelijk van de toepassing en het beoogde doel kan deze functie worden gebruikt als een preventieve of reactieve maatregel. De functie kan op de volgende manieren worden geactiveerd/gestart:

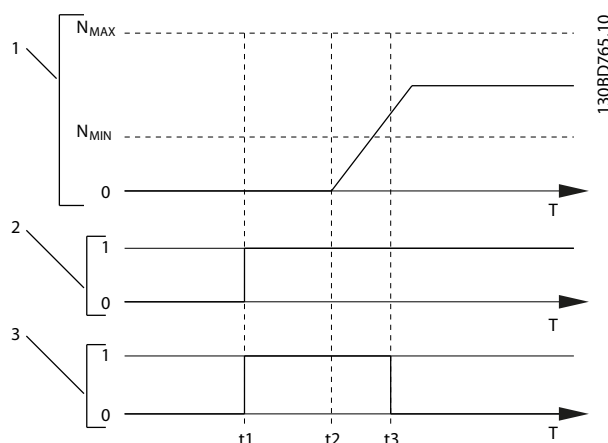
- Bij elk startcommando (29-11 Derag at Start/Stop)
- Bij elk stopcommando (29-11 Derag at Start/Stop)
- Bij elk start/stopcommando (29-11 Derag at Start/Stop)
- Via een digitale ingang (parametergroep 5-1\* *Digitale ingangen*)
- Bij een omvormergebeurtenis, via de Smart Logic Control (13-52 SL-controlleractie)
- Als tijdgebonden actie (parametergroep 23-\*\* *Tijdgebonden functies*)
- Bij hoog vermogen (parametergroep 29-2\* *Derag Power Tuning*)

#### 4.2.4 Voor-/nasmeren

Om schade en slijtage te voorkomen, moeten de mechanische onderdelen van bepaalde motoren zowel voor als tijdens bedrijf worden gesmeerd. Dit geldt met name wanneer de motor langere tijd niet heeft gewerkt. Voorsmeren is ook geschikt voor toepassingen waarbij het gebruik van bepaalde afzuigventilatoren nodig is. De voorsmeerfunctie geeft een extern apparaat een signaal dat deze een specifieke actie moet uitvoeren gedurende een door de gebruiker ingestelde tijd, te beginnen op de voorflank van een startcommando (bijvoorbeeld een startverzoek). Er kan ook een startvertraging (1-71 *Startvertraging*) worden ingevoerd, zodat het voorsmeren enkel gebeurt wanneer de frequentieomvormer is gestopt en het voorsmeren wordt voltooid net voordat de frequentieomvormer gaat aanlopen. Voorsmeren kan ook zodanig worden geconfigureerd dat het externe apparaat een signaal blijft ontvangen zolang de frequentieomvormer actief is of dat het signaal actief blijft nadat de motor is gestopt (29-42 *Post Lube Time*). Toepassingsvoorbeelden zijn bijvoorbeeld een apparaat voor het smeren van de mechanische onderdelen van een motor/pomp of een bepaald type afzuigventilator.

Een praktijkvoorbeeld voor een smeertoestel is het starten van de smering op de voorflank van een startverzoek. Vertraag de start gedurende een bepaalde tijd en stop het smeren wanneer de vertragingstijd is verstreken en de frequentieomvormer start.

Afbeelding 4.2 toont een ander gebruik van de functie. In dit geval verstrijkt de vertragingstijd op het moment dat de frequentieomvormer al bezig is met aanlopen. Zie de gerelateerde parameters in Tabel 4.1.



1	Snelheidscurve
2	Startcommando (bijvoorbeeld klem 18)
3	Uitgangssignaal voorsmering
t <sub>1</sub>	Startcommando gegeven (bijvoorbeeld klem 18 is op actief gezet). De startvertragingstimer (1-71 <i>Startvertraging</i> ) en de voorsmeringstimer (29-41 <i>Pre Lube Time</i> ).
t <sub>2</sub>	De startvertragingstijd is verstreken. De frequentieomvormer begint met aanlopen.
t <sub>3</sub>	De voorsmeringstijd (29-41 <i>Pre Lube Time</i> ) is verstreken.

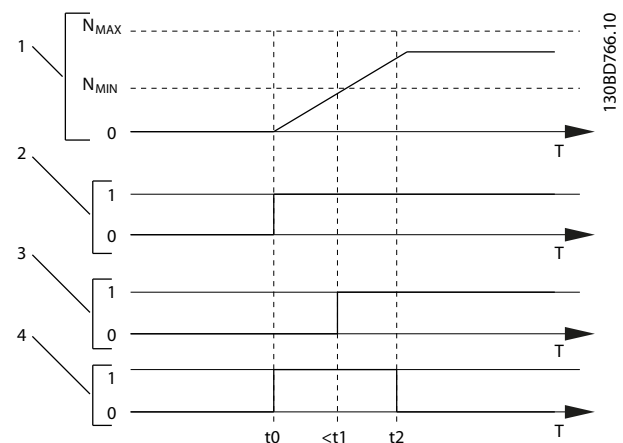
Afbeelding 4.2 Voorbeeld van de voor-/nasmeerfunctie

Parameter en naam	Beschrijving	Instellingen	Eenheid
29-40 <i>Pre/Post Lube Function</i>	Selecteer de voor-/nasmeerfunctie. Gebruik 1-71 <i>Startvertraging</i> om de vertraging in te stellen voordat de motor begint met aanlopen.	[0]* Disabled [1] Pre Lube Only [2] Pre & Running [3] Pre & Running & Post	-
29-41 <i>Pre Lube Time</i>	Stel in hoelang het signaal moet aanhouden na het startsignaal. Alleen gebruikt wanneer [1] <i>Pre Lube Only</i> is geselecteerd in 29-40 <i>Pre/Post Lube Function</i> .	0-600 (*10)	s



Parameter en naam	Beschrijving	Instellingen	Eenheid
29-42 Post Lube Time	Stel in hoelang het signaal moet aanhouden nadat de motor is gestopt. Alleen gebruikt wanneer [3] Pre & Running & Post is geselecteerd in 29-40 Pre/Post Lube Function.	0-600 (*10)	s

Tabel 4.1 Parameters voor-/nasmeren


**4**

### 4.2.5 29-5\* Flow Confirmation

De flowbevestigingsfunctie is bedoeld voor toepassingen waarbij het nodig is dat de motor/pomp draait terwijl wordt gewacht op een externe gebeurtenis. De flowbevestigingsbewaking verwacht een digitaal ingangssignaal van een poortklep, flowschakelaar of vergelijkbaar extern apparaat dat aangeeft dat het apparaat in de open stand staat en flow mogelijk is. In 29-50 Validation Time bepaalt de gebruiker hoe lang de VLT® AQUA Drive FC 202 op het digitale-ingangssignaal van het externe apparaat wacht om de flow te bevestigen. Nadat de flow is bevestigd, controleert de frequentieomvormer het signaal na de flowverificatietijd nog een keer en werkt vervolgens normaal. De LCP-status toont 'Verifying Flow' terwijl de flowbewaking actief is.

De frequentieomvormer schakelt uit en genereert het alarm *Flow Not Confirmed* als het verwachte digitale-ingangssignaal wordt uitgeschakeld voordat de flowvalidatietijd of de flowverificatietijd is verstreken.

1	Snelheidscurve
2	Startcommando (bijvoorbeeld klem 18)
3	Digitaal signaal vanaf een extern apparaat dat bevestigt dat flow mogelijk is.
4	Flowverificatie
t <sub>0</sub>	Startcommando gegeven (bijvoorbeeld klem 18 is op actief gezet).
t <sub>1</sub>	Digitaal signaal vanaf een extern apparaat wordt actief voordat 29-50 Validation Time is verstreken.
t <sub>2</sub>	Wanneer 29-51 Verification Time is verstreken, controleert de frequentieomvormer het signaal vanaf het externe apparaat nog een keer en werkt vervolgens normaal.

Afbeelding 4.3 Flowbevestiging

Parameter en naam	Beschrijving	Instellingen	Eenheid
29-50 Validation Time	De digitale ingang moet gedurende de validatietijd actief zijn.	0,1-999,0 (*afh. van grootte)	s
29-51 Verification Time	De flow is bevestigd als de digitale ingang aan het einde van de verificatietijd nog steeds actief is.	0,1-255,0 (*15)	s

Tabel 4.2 Flowbevestigingsparameters

### LET OP

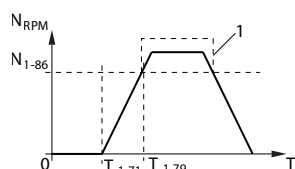
De parameters zijn alleen zichtbaar op het LCP als een digitale ingang is geprogrammeerd voor flowbevestiging.

#### 4.2.6 Geavanceerde bewaking van het minimale toerental van pompompen

Sommige pompen zijn zeer gevoelig voor werken bij lage toerentallen. Typische redenen hiervoor zijn onvoldoende koeling of smering bij lage toerentallen.

Bij overbelastingscondities beschermt de frequentieomvormer zichzelf door middel van geïntegreerde beveiligingsfuncties, waaronder het verlagen van het toerental. Zo kan de stroombegrenzingsregeling bijvoorbeeld het toerental verlagen. Dit betekent dat het toerental in sommige gevallen lager kan worden dan het toerental dat is ingesteld in *4-11 Motorsnelh. lage begr. [RPM]* en *4-12 Motorsnelh. lage begr. [Hz]*.

De geavanceerde functie voor bewaking van het minimale toerental schakelt de frequentieomvormer uit als het toerental lager wordt dan een bepaalde waarde. Als de pompmotor of de pomp het in *1-86 Uitsch lg snelh [tpm]* ingestelde toerental niet bereikt binnen de in *1-79 Pump Start Max Time to Trip* ingestelde tijd (het aanlopen duurt te lang), schakelt de frequentieomvormer uit. De timers voor *1-71 Startvertraging* en *1-79 Pump Start Max Time to Trip* starten op het moment dat het startcommando wordt gegeven. Dit betekent bijvoorbeeld dat de frequentieomvormer nooit zal starten als de waarde in *1-71 Startvertraging* hoger is dan of gelijk is aan de waarde in *1-79 Pump Start Max Time to Trip*.



T <sub>1-71</sub>	<i>1-71 Startvertraging.</i>
T <sub>1-79</sub>	<i>1-79 Pump Start Max Time to Trip.</i> Deze tijd is inclusief de tijd in T <sub>1-71</sub> .
N <sub>1-86</sub>	<i>1-86 Uitsch lg snelh [tpm].</i> Als het toerental tijdens normaal bedrijf lager wordt dan deze waarde, schakelt de frequentieomvormer uit.
1	Normaal bedrijf.

Afbeelding 4.4 Geavanceerde bewaking van het minimale toerental

#### 4.3 Voorbeelden toepassingssetup

De voorbeelden in deze sectie zijn bedoeld als een snelle referentie voor veelgebruikte toepassingen.

- De parameterinstellingen zijn gebaseerd op de standaard regionale instelling (geselecteerd in *0-03 Regionale instellingen*).
- De parameters die betrekking hebben op de klemmen en bijbehorende instellingen, worden naast de tekeningen weergegeven.
- Ook de benodigde schakelinstellingen voor de analoge klemmen A53 of A54 worden aangegeven.

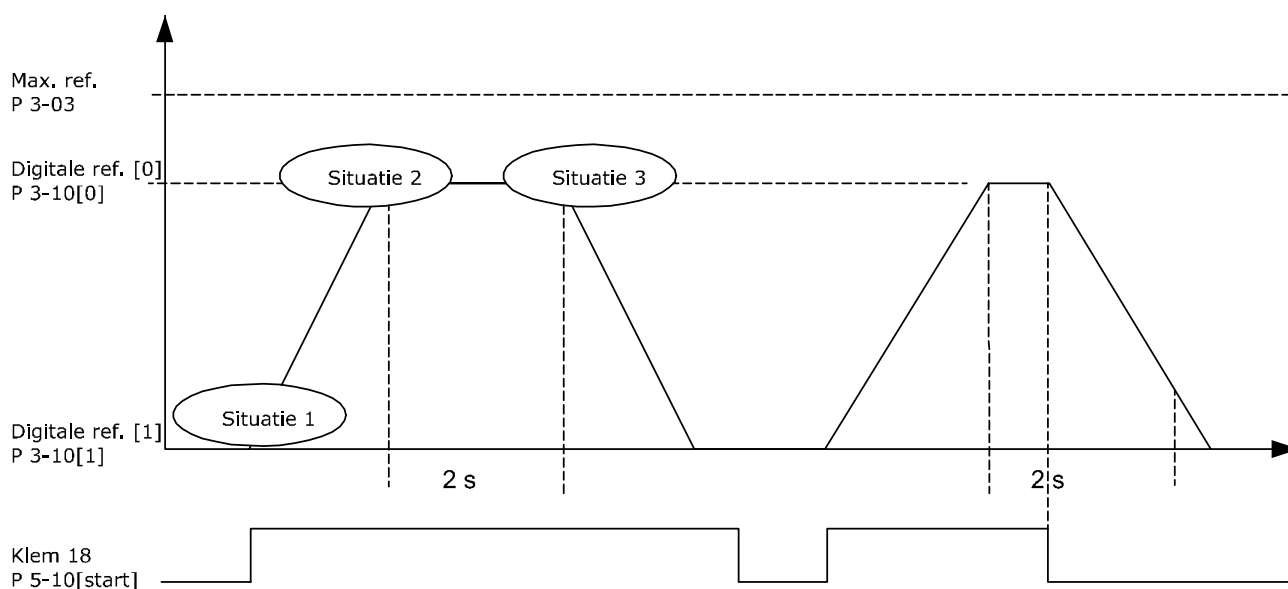
#### LET OP

Bij gebruik van de optionele STO-functie kan een jumperkabel vereist zijn tussen klem 12 (of 13) en klem 37 om de frequentieomvormer te laten werken wanneer de standaard fabrieksinstellingen worden gebruikt.

## SLC-toepassingsvoorbeeld

## Eén reeks 1:

1. Start.
2. Aanloop.
3. Draaien op een referentiesnelheid van 2 s.
4. Uitloop.
5. As vasthouden tot stop.



130BA157.11

Afbeelding 4.5 Aan-/uitlooptijd

Stel de aan- en uitlooptijden in 3-41 Ramp 1 aanlooptijd en 3-42 Ramp 1 uitlooptijd in op de gewenste tijd.

$$t_{ramp} = \frac{t_{acc} \times n_{norm} (par. 1 - 25)}{ref [rpm]}$$

Stel klem 27 in op [0] Niet in bedrijf (5-12 Klem 27 digitale ingang).

Stel Ingestelde ref. 0 in op de eerste vooraf ingestelde snelheid (3-10 Ingestelde ref. [0]) als een percentage van de maximale referentiesnelheid (3-03 Max. referentie). Voorbeeld: 60%

Stel Ingestelde ref. 1 in op de tweede, vooraf ingestelde snelheid (3-10 Ingestelde ref. [1]). Voorbeeld: 0% (nul).

Stel Timer 0 in 13-20 Timer SL-controller [0] in voor een constante draaisnelheid. Voorbeeld: 2 s

Stel Gebeurtenis 1 in 13-51 SL Controller Event [1] in op [1] TRUE.

Stel Gebeurtenis 2 in 13-51 SL Controller Event [2] in op [4] Op referentie.

Stel Gebeurtenis 3 in 13-51 SL Controller Event [3] in op [30] SL time-out 0.

Stel Gebeurtenis 4 in 13-51 SL Controller Event [4] in op [0] FALSE.

Stel Actie 1 in 13-52 SL-controlleractie [1] in op [10] Kies ingest. ref 0.

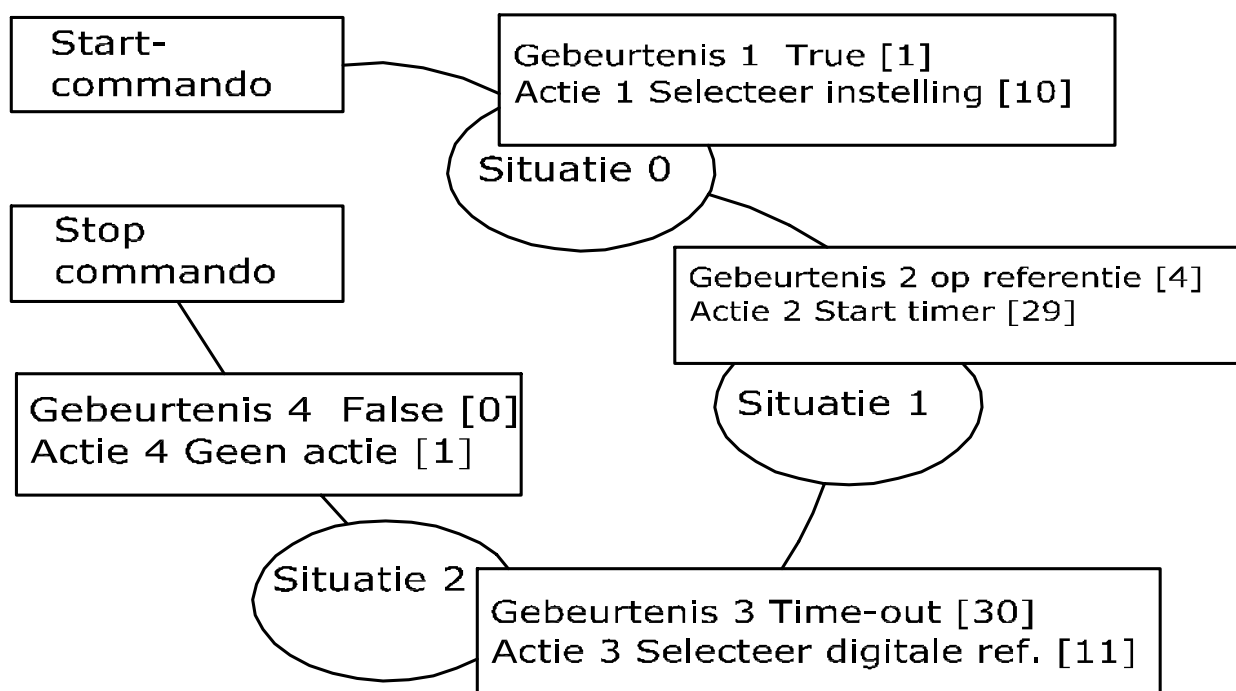
Stel Actie 2 in 13-52 SL-controlleractie [2] in op [29] Start timer 0.

Stel Actie 3 in 13-52 SL-controlleractie [3] in op [11] Kies ingest. ref 1.

Stel Actie 4 in 13-52 SL-controlleractie [4] in op [1] Geen actie.

Stel de in 13-00 SL-controllermodus in op Aan.

Start/stopcommando wordt gegeven via klem 18. Als een stopsignaal wordt gegeven, zal de frequentieomvormer teruggeleiden en vrijlopen.



130BA148.11

Afbeelding 4.6 SLC-toepassingsvoorbeeld

### 4.3.1 Toepassing met dompelpomp

Het systeem bestaat uit een dompelpomp die wordt bestuurd door een Danfoss VLT® AQUA Drive en een druktransmitter. De transmitter geeft een terugkoppelingssignaal van 4-20 mA naar de frequentieomvormer, die de druk constant houdt door het toerental van de pomp te regelen. Bij het ontwerpen van een frequentieomvormer voor een toepassing met een dompelpomp moet rekening gehouden worden met een aantal belangrijke factoren. Selecteer de frequentieomvormer op basis van de motorstroom.

1. De motor is een zogenaamde *canmotor* met een roestvrijstalen blik (can) tussen de rotor en de stator. De luchtspleet is groter en beter bestand tegen magnetisme dan bij een standaardmotor en heeft dus een zwakker veld. Daarom worden deze motoren ontworpen met een hogere nominale stroom dan een standaardmotor met vergelijkbaar nominaal vermogen.
2. De pomp bevat druklagers die beschadigd worden als de pomp werkt onder het minimale toerental, dat gewoonlijk 30 Hz bedraagt.
3. De motorreactantie in dompelpompmotoren is niet lineair en daarom is een automatische aanpassing van de motorgegevens (AMA) niet altijd mogelijk. Gewoonlijk werken dompelpompen met zeer lange motorkabels die de niet-

lineaire motorreactantie kunnen elimineren, zodat de frequentieomvormer toch een AMA kan uitvoeren. Als de AMA mislukt, kunnen de motorgegevens worden ingesteld via parame-tergroep 1-3\* *Geav. Motordata* (zie het motordatablad). Bij een geslaagde AMA zal de frequentieomvormer een spanningsval in de lange motorkabels compenseren. Bij handmatig invoeren van de motorgegevens moet u daarom rekening houden met de lengte van de motorkabel om de systeemprestaties te optimaliseren.

4. Het is belangrijk dat het systeem werkt met minimale slijtage van de pomp en de motor. Een Danfoss-sinusfilter kan de belasting op de motorisolatie verlagen en de levensduur verlengen (controleer de actuele motorisolatie en de dU/dt-specificatie van de frequentieomvormer). Houd er rekening mee dat de meeste fabrikanten van dompelpompen het gebruik van uitgangsfilters vereisen.
5. Het kan lastig zijn om goede EMC-prestaties te behalen vanwege het feit dat de speciale pompkabel, die bestand moet zijn tegen de natte omstandigheden in de put, gewoonlijk niet afgeschermd is. Het kan een oplossing zijn om boven de put een afgeschermd kabel te gebruiken en de afscherming aan de putbuis te bevestigen als deze van staal is. Een sinusfilter

beperkt ook de elektromagnetische interferentie (EMI) vanuit niet-afgeschermde motorkabels.

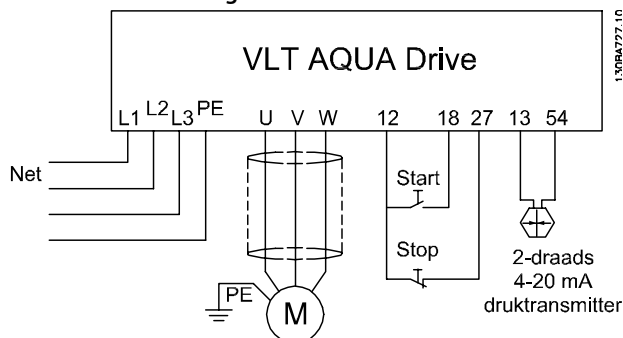
De speciale canmotor wordt gebruikt vanwege de natte installatiecondities. De frequentieomvormer moet voor het systeem worden ontworpen op basis van de uitgangsstroom om de motor bij nominaal vermogen te laten draaien.

Om beschadiging van de druklagers van de pomp te voorkomen en ervoor te zorgen dat de motor zo snel mogelijk voldoende wordt gekoeld, is het belangrijk om de pomp na een stop zo snel mogelijk terug te regelen naar het minimale toerental. Bekende fabrikanten van pomp-pompen adviseren om de pomp naar het minimale toerental (30 Hz) terug te regelen in maximaal 2-3 s. Voor deze toepassingen is de VLT® AQUA Drive FC 202 ontworpen met een initiële aanloop en een uiteindelijke uitloop. De initiële aanloop en de uiteindelijke uitloop 2 afzonderlijke ramps. Wanneer de initiële aanloop ingeschakeld is, zal de motor vanuit stilstand aanlopen tot het minimale toerental en vervolgens overschakelen naar een normale aanloop. De uiteindelijke uitloop doet het tegenovergestelde: van minimaal toerental tot stop in een stopsituatie. Overweeg ook de geavanceerde bewaking van het minimale toerental in te schakelen, zoals beschreven in hoofdstuk 4.2 *Speciale toepassingsfuncties*.

Gebruik de droogloopdetectiefunctie om de pomp nog beter te beschermen. Zie de *programmeerhandleiding* voor meer informatie.

U kunt de leidingvulmodus inschakelen om waterslag te voorkomen. De Danfoss-frequentieomvormer is in staat om verticale leidingen te vullen met behulp van een PID-regelaar die de druk langzaam op laat lopen met een door de gebruiker gespecificeerde snelheid (eenheden/s). Wanneer deze functie is ingeschakeld, wordt de leidingvulmodus gestart wanneer de frequentieomvormer na het starten het minimale toerental heeft bereikt. De druk loopt geleidelijk op totdat deze een door de gebruiker gespecificeerd 'gevuld'-setpoint bereikt; hierna wordt de leidingvulfunctie automatisch uitgeschakeld en werkt de frequentieomvormer verder op basis van een normale regeling met terugkoppeling.

### Elektrische bedrading



Afbeelding 4.7 Bedrading voor toepassing met pomp

### LET OP

Stel analoge ingang 2 (klem 54) in op mA (schakelaar 202).

### Parameterinstellingen

Parameter
1-20 Motorverm. [kW]/1-21 Motorverm. [PK]
1-22 Motorspanning
1-24 Motorstroom
1-28 Controle draair. motor
Selecteer een beperkte automatische aanpassing van de motorgegevens in 1-29 Autom. aanpassing motorgeg. (AMA).

Tabel 4.3 Relevante parameters voor een toepassing met een pomp

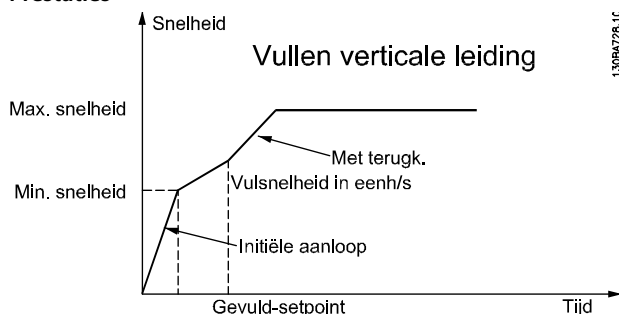
Parameter	Instelling
3-02 Minimumreferentie	De eenheid van de minimumreferentie komt overeen met de eenheid in 20-12 Referentie/terug.eenheid.
3-03 Max. referentie	De eenheid van de maximumreferentie komt overeen met de eenheid in 20-12 Referentie/terug.eenheid.
3-84 Initial Ramp Time	(2 s)
3-88 Final Ramp Time	(2 s)
3-41 Ramp 1 aanlooptijd	(8 s, afhankelijk van grootte)
3-42 Ramp 1 uitlooptijd	(8 s, afhankelijk van grootte)
4-11 Motorsnelh. lage begr. [RPM]	(30 Hz)
4-13 Motorsnelh. hoge begr. [RPM]	(50/60 Hz)
Gebruik de wizard voor een regeling met terugkoppeling onder [Quick Menu] > Functiesetups om alle instellingen voor een PID-regeling met terugkoppeling snel en eenvoudig in te stellen.	

Tabel 4.4 Voorbeeld van instellingen voor een toepassing met een pomp

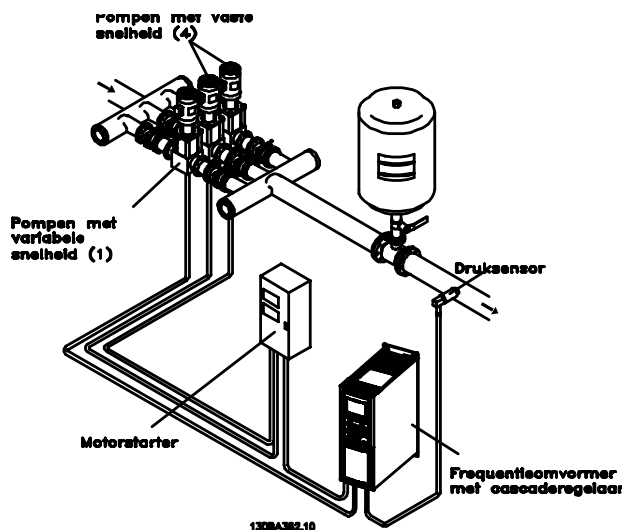
Parameter	Instelling
29-00 Pipe Fill Enable	
29-04 Pipe Fill Rate	(Terugkoppelingseenheden/s)
29-05 Filled Setpoint	(Terugkoppelingseenheden)

Tabel 4.5 Voorbeeld van instellingen voor leidingvulmodus

Prestaties



Afbeelding 4.8 Leidingvulmodus, prestatiecurve



Afbeelding 4.9 BASIC cascaderelgelaar

4

### 4.3.2 BASIC cascaderelgelaar

De BASIC cascaderelgelaar wordt gebruikt voor pomptoe-passingen waarbij een bepaalde druk (opvoerhoogte) of niveau moet worden gehandhaafd over een breed dynamisch bereik. Een grote pomp over een groot bereik met een variabel toerental laten draaien is geen ideale situatie vanwege het lage pomp rendement bij lagere toerentallen. Er geldt een praktische limiet van ongeveer 25% van het nominale toerental bij volledige pompbe-lasting.

Met de BASIC cascaderelgelaar regelt de frequentieom-vormer een motor met variabel toerental als de pomp met variabel toerental (hoofdpomp) en kan deze 2 extra pompen met vast toerental gefaseerd in- en uitschakelen. Sluit de extra pompen met vast toerental rechtstreeks aan op het net of via softstarters. Door het toerental van de eerste pomp te variëren, wordt een toerentalregeling voor het systeem als geheel verkregen. Dankzij het variabele toerental wordt de druk constant gehouden, wat resulteert in een lagere systeemdruk en een stillere werking van pompsystemen.

#### Vaste hoofdpomp

De motoren moeten hetzelfde vermogen hebben. Met de BASIC cascaderelgelaar kan de frequentieomvormer tot 3 gelijkwaardige pompen besturen met behulp van de 2 ingebouwde relais in de frequentieomvormer. Wanneer de variabele pomp (hoofdpomp) rechtstreeks op de frequen-tieomvormer is aangesloten, worden de andere 2 pompen geregeld door de 2 ingebouwde relais. Als wisseling van de hoofdpomp ingeschakeld is, worden pompen op het ingebouwde relais aangesloten en is de frequentieom-vormer in staat om 2 pompen te besturen.

#### Wisseling hoofdpomp

De motoren moeten hetzelfde vermogen hebben. Deze functie maakt het mogelijk dat de frequentieomvormer de pompen in het systeem (maximaal 2 pompen) afwisselend bestuurt. In deze bedrijfsmodus worden beide pompen even veel gebruikt, waardoor het benodigde pompon-derhoud wordt beperkt en het systeem een grotere betrouwbaarheid en een langere levensduur heeft. Wisseling van de hoofdpomp kan plaatsvinden via een commandosignaal of bij staging (toevoeging van een andere pomp).

Het commando kan een handmatige wissel of een wissel-gebeurtenissignaal zijn. Als de wisselgebeurtenis is geselecteerd, vindt de pompwisseling plaats zodra de gebeurtenis zich voordoet. Mogelijke gebeurtenissen zijn:

- een wisseltimer die afloopt;
- een voorgeprogrammeerd tijdstip;
- het moment dat de hoofdpomp naar de slaapmodus gaat.

Het gefaseerd in-/uitschakelen wordt bepaald door de werkelijke systeembelasting.

Een afzonderlijke parameter kan bepalen dat wisseling alleen is toegestaan als de totale vereiste capaciteit meer

dan 50% is. De totale pompcapaciteit wordt bepaald door de capaciteit van de hoofdpomp plus de capaciteiten van de pompen met vast toerental.

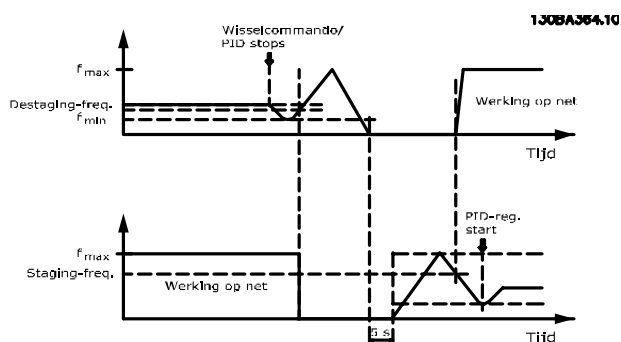
### Beheer bandbreedte

Om frequent schakelen van pompen met vast toerental te voorkomen, wordt in systemen met cascaderегeling de gewenste systeemdruk niet op een bepaald niveau maar binnen een bepaalde bandbreedte gehouden. De stagingbandbreedte bepaalt de vereiste bandbreedte voor deze bedrijfsmodus. Wanneer er een grote en snelle wijziging in de systeemdruk optreedt, zal de onderdrukkingsbandbreedte de stagingbandbreedte onderdrukken om een onmiddellijke reactie op een kortstondige drukwijziging te voorkomen. Er kan een timer voor het onderdrukken van de bandbreedte worden geprogrammeerd om gefaseerd in- en uitschakelen te voorkomen totdat de systeemdruk weer stabiel is en een normale regeling weer mogelijk is.

Wanneer de cascaderегelaar is ingeschakeld en de frequentieomvormer een alarm met uitschakeling (trip) geeft, wordt de opvoerhoogte van het systeem gehandhaafd door de pompen met vast toerental gefaseerd in en uit te schakelen. Om frequent in- en uitschakelen te voorkomen en drukschommelingen tot een minimum te beperken, wordt in plaats van de stagingbandbreedte een grotere bandbreedte voor vaste toerentallen gebruikt.

### 4.3.3 Pompstaging met wisselende hoofdpomp

Als wisseling van de hoofdpomp is ingeschakeld, kunnen maximaal 2 pompen worden bestuurd. Na een wisselcommando stopt de PID-regelaar en loopt de hoofdpomp aan tot de minimumfrequentie ( $f_{min}$ ) en vervolgens na een vertraging tot de maximumfrequentie ( $f_{max}$ ). Wanneer het toerental van de hoofdpomp de destagingfrequentie bereikt, wordt de pomp met vast toerental uitgeschakeld (destaging). De hoofdpomp blijft aanlopen en loopt vervolgens uit tot stop, waarna de 2 relais worden uitgeschakeld.



Afbeelding 4.10 Wisseling hoofdpomp

Na een tijdsvertraging schakelt het relais voor de pomp met vast toerental in (staging) en wordt deze pomp de nieuwe hoofdpomp. De nieuwe hoofdpomp loopt aan tot het maximale toerental en vervolgens uit tot het minimale toerental. Wanneer bij het uitlopen de stagingfrequentie wordt bereikt, wordt de oude hoofdpomp gefaseerd ingeschakeld op het net en gaat deze werken als de nieuwe pomp met vast toerental.

Als de hoofdpomp gedurende een vooraf ingestelde tijd heeft gedraaid op de minimumfrequentie ( $f_{min}$ ) terwijl er ook een pomp met vast toerental actief is, levert de hoofdpomp nauwelijks een bijdrage aan het systeem. Wanneer de geprogrammeerde waarde van de timer wordt bereikt, wordt de hoofdpomp verwijderd, waardoor problemen met wateropwarming worden voorkomen.

### 4.3.4 Systeemstatus en bediening

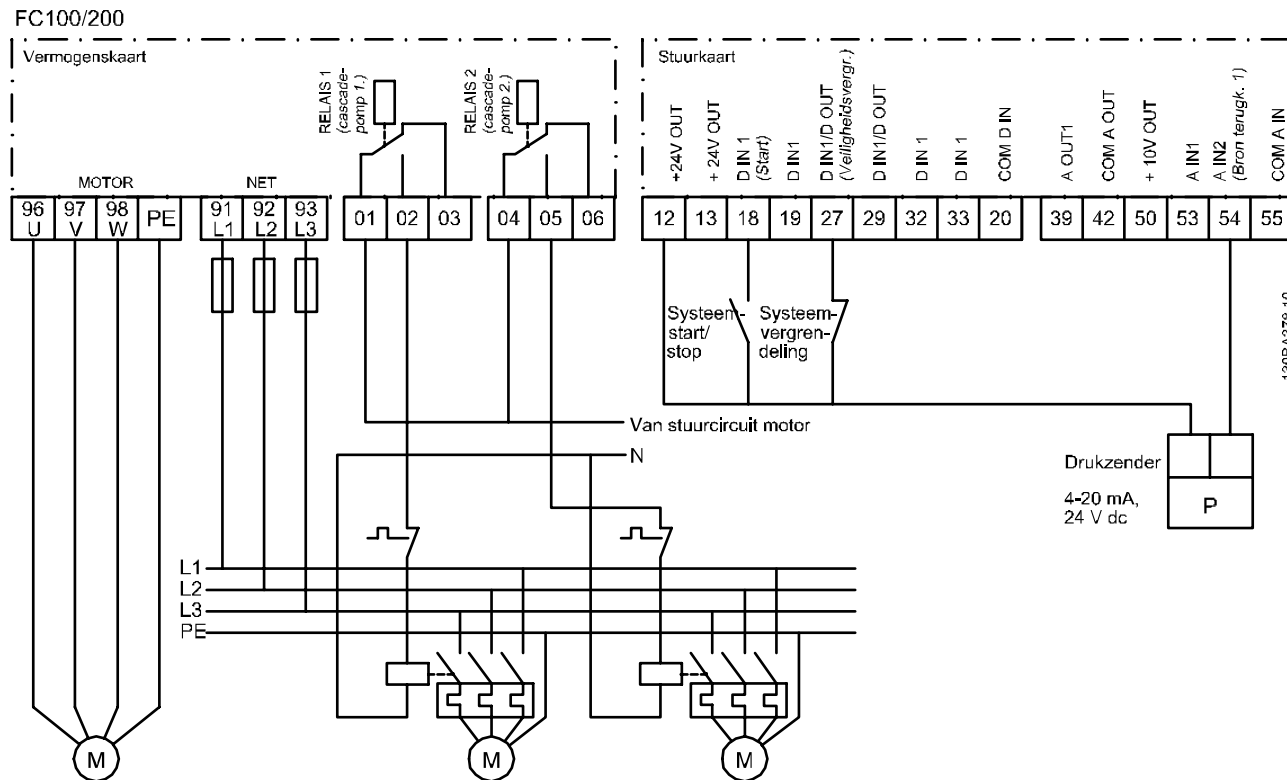
Als de hoofdpomp in de slaapmodus gaat, wordt de functie aangegeven op het LCP. Het is mogelijk om de hoofdpomp te laten wisselen op basis van een slaapmodusconditie.

Als de cascaderегelaar is ingeschakeld, wordt de bedrijfsstatus van elke pomp en van de cascaderегelaar op het LCP weergegeven. De volgende informatie wordt onder meer weergegeven:

- Pompstatus is een uitlezing van de status van de relais die aan elke pomp zijn toegewezen. Het display laat zien welke pomp is uitgeschakeld, uit staat, via de frequentieomvormer draait of via het net/de motorstarter draait.
- Cascadestatus is een uitlezing van de status van de cascaderегelaar. Het display laat zien of de cascaderегelaar is uitgeschakeld, alle pompen uitstaan, een noodsituatie alle pompen heeft gestopt, alle pompen draaien, pompen met vast toerental gefaseerd worden in-/uitgeschakeld en of er wisseling van de hoofdpomp plaatsvindt.
- Destaging bij geen flow zorgt ervoor dat alle pompen met vast toerental afzonderlijk worden gestopt totdat de status Geen flow verdwijnt.

### 4.3.5 Bedradingschema cascaderelgaar

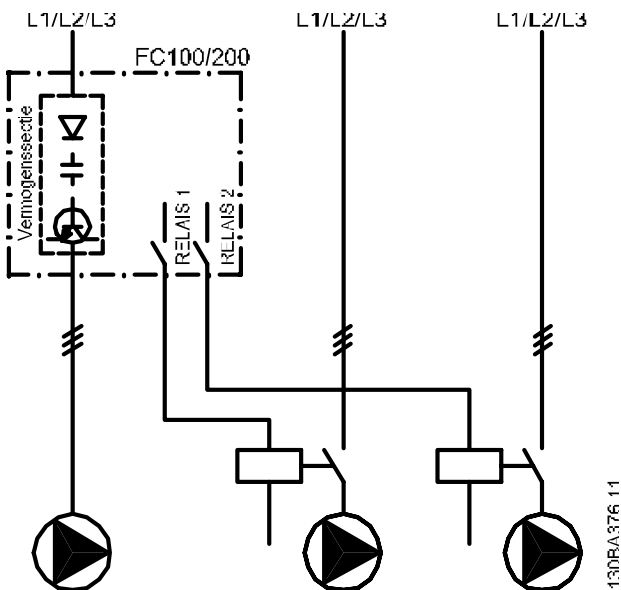
Afbeelding 4.11 toont een voorbeeld met de ingebouwde BASIC cascaderelgaar met 1 pomp met variabel toerental (hoofdpomp) en 2 pompen met vast toerental, een 4-20 mA-transmitter en een systeemveiligheidsvergrendeling.



Afbeelding 4.11 Bedradingschema cascaderelgaar



### 4.3.6 Bedradingschema voor pomp met variabel toerental

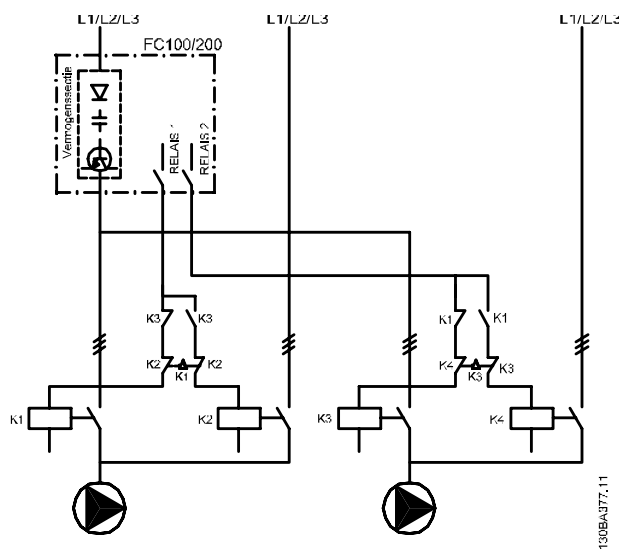


Afbeelding 4.12 Bedradingschema voor pomp met variabel toerental

- Relais 1 (R1) en Relais 2 (R2) zijn de ingebouwde relais in de frequentieomvormer.
- Wanneer alle relais zijn afgevallen, zal het eerste ingebouwde relais dat wordt bekrachtigd de contactor inschakelen voor de pomp die door het relais wordt bestuurd. Relais 1 schakelt bijvoorbeeld contactor K1 in, die vervolgens hoofdpomp wordt.
- K1 blokkeert K2 door middel van de mechanische vergrendeling, wat voorkomt dat het net kan worden aangesloten op de uitgang van de frequentieomvormer (via K1).
- Een hulpverbreekcontact op K1 voorkomt dat K3 inschakelt.
- Relais 2 bestuurt contactor K4 voor de aan/uitregeling van de pomp met vast toerental.
- Bij een wisseling vallen beide relais af en wordt Relais 2 bekrachtigd als eerste relais.

Zie *Bedieningshandleiding Uitgebreide en geavanceerde cascaderegelaaroptie MCO 101/102 VLT®* voor een uitgebreide beschrijving van de inbedrijfstelling van toepassingen met gemengde pompen en een master-slaveconfiguratie.

### 4.3.7 Bedradingschema voor hoofdpompwisseling



Afbeelding 4.13 Bedradingschema voor hoofdpompwisseling

Elke pomp moet met behulp van een mechanische vergrendeling worden aangesloten op 2 contactors (K1/K2 en K3/K4). Thermische relais of andere motorbeveiligingsapparaten moeten worden toegepast overeenkomstig de lokale voorschriften en/of individuele eisen.

### 4.3.8 Externe reset na alarm

		Parameters	
		Functie	Instelling
FC		5-11 Klem 19	[1] Reset
+24 V 120		digitale ingang	
+24 V 130			
D IN 180			* = standaardwaarde
D IN 190			
COM 200			
D IN 270			
D IN 290			
D IN 320			
D IN 330			
D IN 370			
+10 V 500			
A IN 530			
A IN 540			
COM 550			
A OUT 420			
COM 390			

130BB682.10

Opmerkingen:  
D IN 37 is optioneel.

Tabel 4.6 Externe reset na alarm

### 4.3.9 Terugkoppeling

4

		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	12	6-22 Klem 54 lage stroom	4 mA*
+24 V	13		
D IN	18	6-23 Klem 54 hoge stroom	20 mA*
D IN	19		
COM	20	6-24 Klem 53 lage ref./terugkopp. waarde	0*
D IN	27		
D IN	29	6-25 Klem 54 hoge ref./terugkopp. waarde	50*
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
* = standaardwaarde			
<b>Opmerkingen:</b> D IN 37 is optioneel.			

Tabel 4.7 Transductor voor analoge stroomterugkoppeling

		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	12	6-20 Klem 54 lage spanning	0,07 V*
+24 V	13		
D IN	18	6-21 Klem 54 hoge spanning	10 V*
D IN	19		
COM	20	6-24 Klem 53 lage ref./terugkopp. waarde	0*
D IN	27		
D IN	29	6-25 Klem 54 hoge ref./terugkopp. waarde	50*
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
* = standaardwaarde			
<b>Opmerkingen:</b> D IN 37 is optioneel.			

Tabel 4.9 Transductor voor analoge spanningsterugkoppeling (4-draads)

		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	12	6-20 Klem 54 lage spanning	0,07 V*
+24 V	13		
D IN	18	6-21 Klem 54 hoge spanning	10 V*
D IN	19		
COM	20	6-24 Klem 53 lage ref./terugkopp. waarde	0*
D IN	27		
D IN	29	6-25 Klem 54 hoge ref./terugkopp. waarde	50*
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
* = standaardwaarde			
<b>Opmerkingen:</b> D IN 37 is optioneel.			

Tabel 4.8 Transductor voor analoge spanningsterugkoppeling (3-draads)

### 4.3.10 Toerental

		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	12	6-10 Klem 53 lage spanning	0,07 V*
+24 V	13		
D IN	18	6-11 Klem 53 hoge spanning	10 V*
D IN	19		
COM	20	6-14 Klem 53 lage ref./terugkopp. waarde	0 Hz
D IN	27		
D IN	29	6-15 Klem 53 hoge ref./terugkopp. waarde	50 Hz
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
* = standaardwaarde			
<b>Opmerkingen:</b> D IN 37 is optioneel.			

Tabel 4.10 Analoge snelheidsreferentie (spanning)

		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	120	6-12 Klem 53	4 mA*
+24 V	130	lage stroom	
D IN	180	6-13 Klem 53	20 mA*
D IN	190	hoge stroom	
COM	200	6-14 Klem 53	0 Hz
D IN	270	lage ref./	
D IN	290	terugkopp.	
D IN	320	waarde	
D IN	330	6-15 Klem 53	50 Hz
D IN	370	hoge ref./	
		terugkopp.	
		waarde	
* = standaardwaarde			
<b>Opmerkingen:</b> D IN 37 is optioneel.			

Tabel 4.11 Analoge snelheidsreferentie (stroom)

		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	120	6-10 Klem 53	0,07 V*
+24 V	130	lage spanning	
D IN	180	6-11 Klem 53	10 V*
D IN	190	hoge spanning	
COM	200	6-14 Klem 53	0 Hz
D IN	270	lage ref./	
D IN	290	terugkopp.	
D IN	320	waarde	
D IN	330	6-15 Klem 53	50 Hz
D IN	370	hoge ref./	
		terugkopp.	
		waarde	
* = standaardwaarde			
<b>Opmerkingen:</b> D IN 37 is optioneel.			

Tabel 4.12 Snelheidsreferentie (via een handmatige potentiometer)

### 4.3.11 Start/Stop

		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	120	5-10 Klem 18	[8] Start*
+24 V	130	digitale ingang	
D IN	180	5-12 Klem 27	[7] Ext.
D IN	190	digitale ingang	vergrendeling
COM	200	* = standaardwaarde	
<b>Opmerkingen:</b> D IN 37 is optioneel.			

Tabel 4.13 Start-/stopcommando met externe vergrendeling

		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	120	5-10 Klem 18	[8] Start*
+24 V	130	digitale ingang	
D IN	180	5-12 Klem 27	[7] Ext.
D IN	190	digitale ingang	vergrendeling
COM	200	* = standaardwaarde	
<b>Opmerkingen:</b> Als 5-12 Klem 27 digitale ingang is ingesteld op [0] Niet in bedrijf, is geen jumperkabel naar klem 27 nodig. D IN 37 is optioneel.			

Tabel 4.14 Start-/stopcommando zonder externe vergrendeling

FC		Parameters	
		Functie	Instelling
+24 V	120	5-10 Klem 18 <i>digitale ingang</i>	[8] Start*
+24 V	130		
D IN	180	5-11 Klem 19 <i>digitale ingang</i>	[52] Startvoor- waarde
D IN	190		
COM	200		
D IN	270	5-12 Klem 27 <i>digitale ingang</i>	[7] Ext. vergrendeling
D IN	290		
D IN	320	5-40 Functierelais [167] Startcomman- do actief	
D IN	330		
D IN	370		
D IN	370		
* = standaardwaarde			
<b>Opmerkingen:</b> D IN 37 is optioneel.			
+10 V	500		
A IN	530		
A IN	540		
COM	550		
A OUT	420		
COM	390		
R1	010		
	020		
	030		
R2	040		
	050		
	060		

Tabel 4.15 Startvoorwaarde

VLT		Parameters	
		Functie	Instelling
+24 V	120	1-90 Therm. motorbeveiliging	[2] Thermis- toruitsch.
+24 V	130		
D IN	180	1-93 Thermis- torbron	[1] Anal. ingang 53
D IN	190		
COM	200		
D IN	270		
D IN	290		
D IN	320		
D IN	330		
D IN	370		
* = standaardwaarde			
<b>Opmerkingen:</b> Als enkel een waarschuwing nodig is, moet parameter 1-90 Therm. motorbeveiliging worden ingesteld op [1] Thermistorwaarsch. D IN 37 is optioneel.			
+10 V	500		
A IN	530		
A IN	540		
COM	550		
A OUT	420		
COM	390		
U - I			
A53			

Tabel 4.16 Motorthermistor

### 4.3.12 Motorthermistor

## ⚠ WAARSCHUWING

### THERMISTORISOLATIE

Er bestaat een risico op lichamelijk letsel of schade aan apparatuur.

- Gebruik uitsluitend thermistors met versterkte of dubbele isolatie om te voldoen aan de PELV-isolatievereisten.

## 5 Speciale omstandigheden

Deze sectie bevat uitgebreide gegevens over het gebruik van de frequentieomvormer in omstandigheden waarbij reductie vereist is. Onder bepaalde omstandigheden is handmatige reductie vereist. In andere omstandigheden past de frequentieomvormer automatisch een bepaalde mate van reductie toe wanneer dat nodig is. Reductie dient om te zorgen voor een correcte werking in kritieke situaties die anders tot een uitschakeling (trip) zouden kunnen leiden.

### 5.1 Handmatige reductie

#### 5.1.1 Wanneer reductie moet worden overwogen

Overweeg het toepassen van reductie in de volgende situaties:

- Bedrijf boven 1000 m (lage luchtdruk)
- Bedrijf bij lage toerentallen
- Lange motorkabels
- Kabels met een grote dwarsdoorsnede
- Hoge omgevingstemperatuur

Zie hoofdstuk 5.3 *Reductie wegens omgevingstemperatuur* voor meer informatie.

#### 5.1.2 Reductie wegens lage bedrijfssnelheid

Wanneer een motor op een frequentieomvormer wordt aangesloten, is het nodig om te controleren of de koeling van de motor voldoende is.

Het verwarmingsniveau hangt af van de belasting van de motor, van het bedrijfstoerental en de bedrijfstijd.

#### Toepassingen met constant koppel (CT-modus)

Bij toepassingen met een constant koppel kunnen er problemen optreden bij lage toerentallen. Bij een toepassing met constant koppel kan de motor bij lage toerentallen oververhit raken, omdat de ingebouwde ventilator van de motor minder koellucht levert. Als de motor constant op een toerental moet lopen dat lager is dan de helft van de nominale waarde, moet de motor worden voorzien van extra luchtkoeling (of moet een motor worden gebruikt die is ontworpen voor dit type werking).

Een alternatief is om het belastingsniveau van de motor te verlagen door een grotere motor te selecteren. Het ontwerp van de frequentieomvormer legt echter beperkingen op aan het vermogen van de motor.

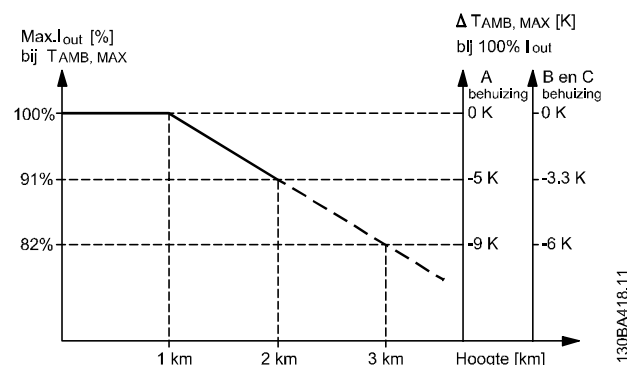
#### Toepassingen met variabel (kwadratisch) koppel (VT-modus)

In toepassingen met variabel koppel zoals centrifugaalpompen en -ventilatoren, waarbij het koppel evenredig is aan het kwadraat van het toerental en het vermogen evenredig is aan de derde macht van het toerental, is aanvullende koeling of reductie van de motor niet nodig.

### 5.1.3 Reductie wegens lage luchtdruk

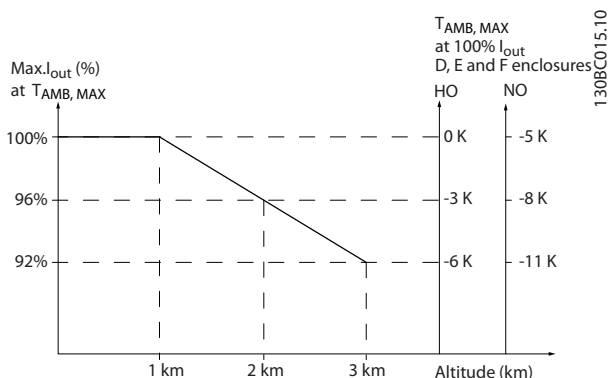
Bij een lage luchtdruk vermindert de koelcapaciteit van lucht.

Bij een hoogte onder 1000 m is geen reductie nodig. Boven een hoogte van 1000 meter moet de maximale uitgangsstroom ( $I_{out}$ ) bij de omgevingstemperatuur ( $T_{AMB}$ ) worden verlaagd overeenkomstig *Afbeelding 5.1*. Neem voor hoogtes boven 2000 m contact op met Danfoss in verband met PELV.



**Afbeelding 5.1** Reductie van de uitgangsstroom t.o. de hoogte bij  $T_{AMB, MAX}$  voor behuizingsgrootte A, B en C.

Een alternatief is om de omgevingstemperatuur op grote hoogtes te verlagen, waardoor op grote hoogtes een uitgangsstroom van 100% kan worden bereikt. Als voorbeeld voor het lezen van de grafiek beschrijven we hieronder de situatie bij een hoogte van 2000 m voor behuizingsgrootte B met  $T_{AMB, MAX} = 50$  °C. Bij een temperatuur van 45 °C ( $T_{AMB, MAX} - 3,3$  K) is 91% van de nominale uitgangsstroom beschikbaar. Bij een temperatuur van 41,7 °C is 100% van de nominale uitgangsstroom beschikbaar.



Afbeelding 5.2 Reductie van de uitgangsstroom t.o. de hoogte bij T<sub>AMB, MAX</sub> voor behuizingsgrootte D3h.

## 5.2 Reductie wegens lange motorkabels of kabels met een grotere dwarsdoorsnede

### LET OP

Alleen van toepassing op frequentieomvormers tot 90 kW.

De maximale kabellengte voor deze frequentieomvormer is 300 m niet-afgeschermd kabel en 150 m afgeschermd kabel.

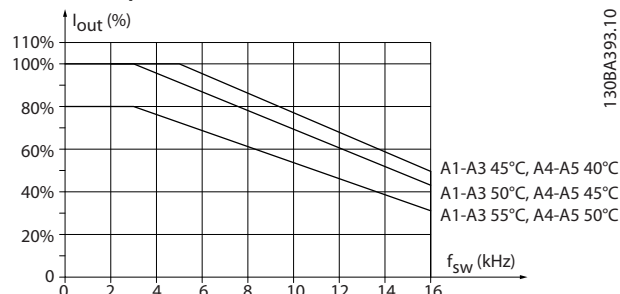
De frequentieomvormer is ontworpen om te werken met motorkabels met een nominale dwarsdoorsnede. Als een kabel met een grotere dwarsdoorsnede wordt gebruikt, is het raadzaam de uitgangsstroom met 5% te verlagen voor iedere stap waarmee de dwarsdoorsnede toeneemt. Een grotere kabeldoorsnede leidt tot verhoogde capaciteit naar aarde en daardoor tot een hogere aardlekstroom.

## 5.3 Reductie wegens omgevingstemperatuur

De gemiddelde temperatuur (T<sub>AMB, AVG</sub>) over 24 uur moet minstens 5 °C lager zijn dan de maximaal toegestane omgevingstemperatuur (T<sub>AMB, MAX</sub>). Als de frequentieomvormer in bedrijf is bij hoge omgevingstemperaturen, moet u de continue uitgangsstroom verlagen. De mate van reductie hangt af van het schakelpatroon, dat in 14-00 Schakelpatroon kan worden ingesteld op 60° AVM of SFAVM.

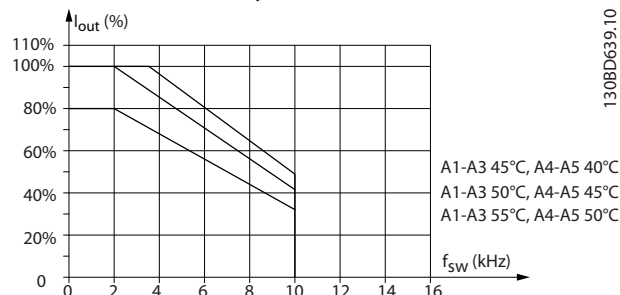
## 5.3.1 Reductie wegens omgevingstemperatuur, behuizingsgrootte A

### 60° AVM – pulsbreedtemodulatie



Afbeelding 5.3 Reductie van I<sub>out</sub> voor diverse T<sub>AMB, MAX</sub> voor behuizingsgrootte A, bij gebruik van 60° AVM

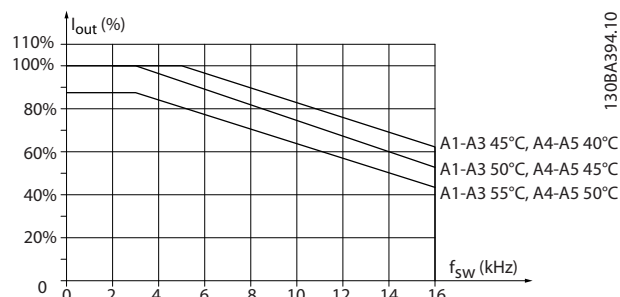
### SFAVM – Stator Flux Asynchrone Vectormodulatie



Afbeelding 5.4 Reductie van I<sub>out</sub> voor diverse T<sub>AMB, MAX</sub> voor behuizingsgrootte A, bij gebruik van SFAVM

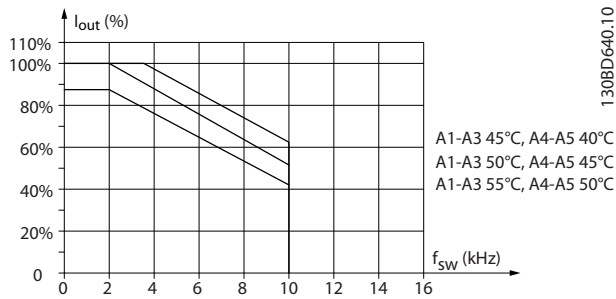
Als uitsluitend motorkabels van maximaal 10 m worden gebruikt voor behuizingsgrootte A, is er minder reductie nodig. Dit komt omdat de lengte van de motorkabel van relatief grote invloed is op de aanbevolen reductie.

### 60° AVM



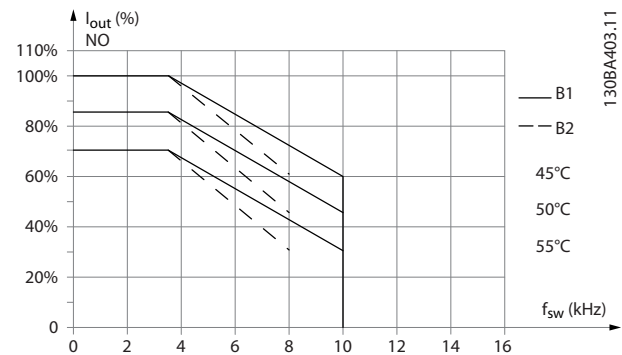
Afbeelding 5.5 Reductie van I<sub>out</sub> voor diverse T<sub>AMB, MAX</sub> voor behuizingsgrootte A, bij gebruik van 60° AVM en een motorkabel van maximaal 10 m

SFAVM



Afbeelding 5.6 Reductie van  $I_{out}$  voor diverse  $T_{AMB, MAX}$  voor behuizingsgrootte A, bij gebruik van SFAVM en een motorkabel van maximaal 10 m

SFAVM – Stator Flux Asynchrone Vectormodulatie

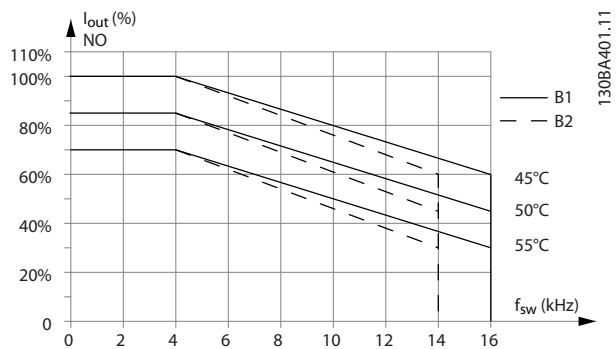


Afbeelding 5.9 Reductie van  $I_{out}$  voor diverse  $T_{AMB, MAX}$  voor behuizingsgrootte B1 en B2, bij gebruik van SFAVM en een normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)

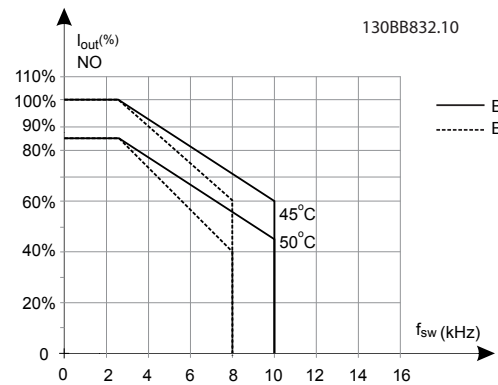
5.3.2 Reductie wegens omgevingstemperatuur, behuizingsgrootte B

Behuizing B, T2 en T4

60° AVM – pulsbreedtemodulatie



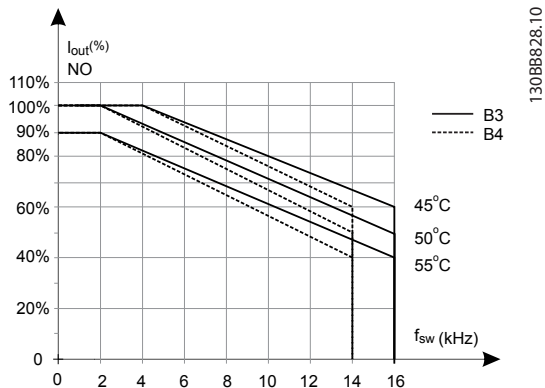
Afbeelding 5.7 Reductie van  $I_{out}$  voor diverse  $T_{AMB, MAX}$  voor behuizingsgrootte B1 en B2, bij gebruik van 60° AVM en een normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)



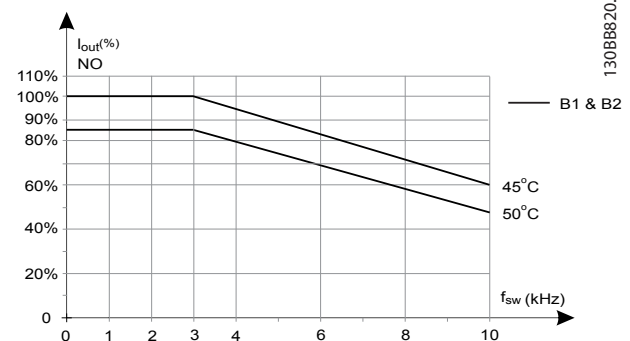
Afbeelding 5.10 Reductie van  $I_{out}$  voor diverse  $T_{AMB, MAX}$  voor behuizingsgrootte B3 en B4, bij gebruik van SFAVM en een normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)

Behuizing B, T6

60° AVM – pulsbreedtemodulatie

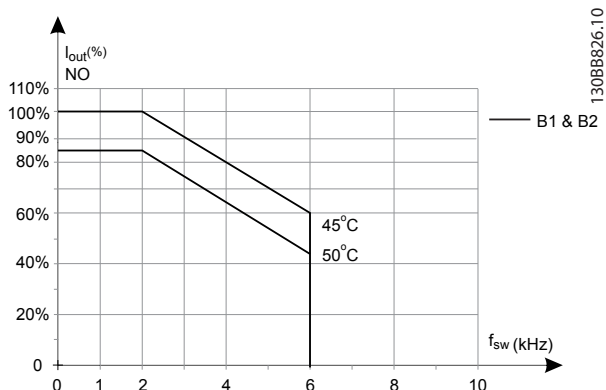


Afbeelding 5.8 Reductie van  $I_{out}$  voor diverse  $T_{AMB, MAX}$  voor behuizingsgrootte B3 en B4, bij gebruik van 60° AVM en een normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)



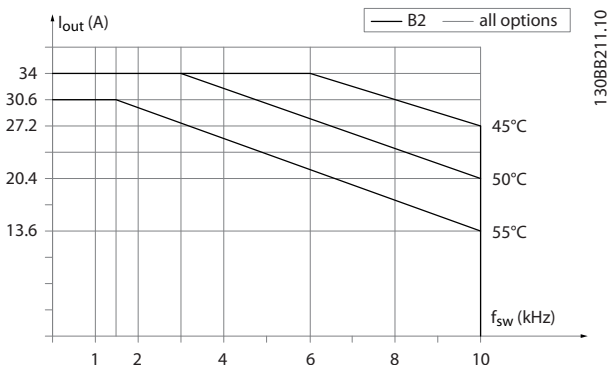
Afbeelding 5.11 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor 600 V-frequentieomvormers, behuizingsgrootte B, 60° AVM, NO

SFAVM – Stator Flux Asynchrone Vectormodulatie



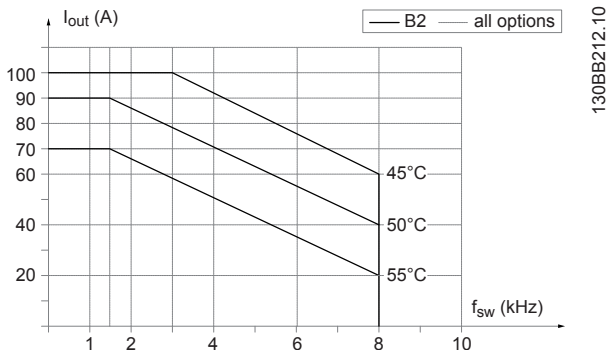
Afbeelding 5.12 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor 600 V-frequentieomvormers, behuizingsgrootte B, SFAVM, NO

Behuizing B, T7  
Behuizing B2 en B4, 525-690 V  
60° AVM – pulsbreedtemodulatie



Afbeelding 5.13 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor behuizingsgrootte B2 en B4, 60° AVM

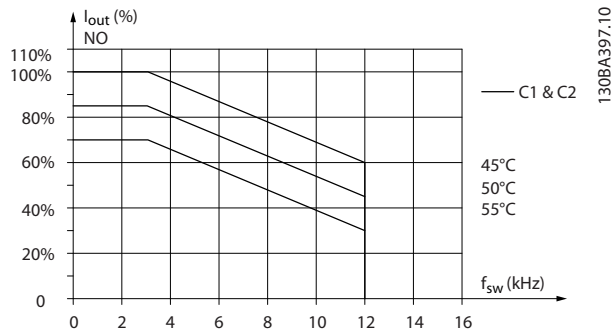
SFAVM – Stator Flux Asynchrone Vectormodulatie



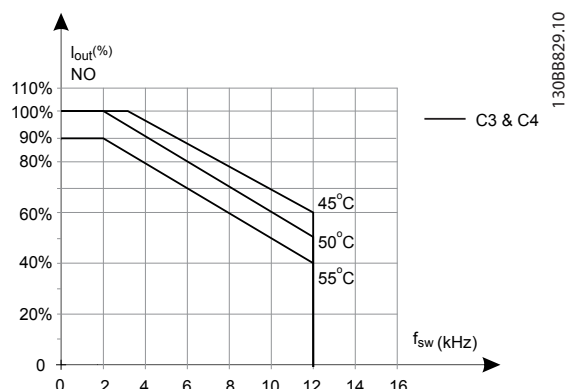
Afbeelding 5.14 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor behuizingsgrootte B2 en B4, SFAVM

5.3.3 Reductie wegens omgevingstemperatuur, behuizingsgrootte C

Behuizing C, T2 en T4  
60° AVM – pulsbreedtemodulatie



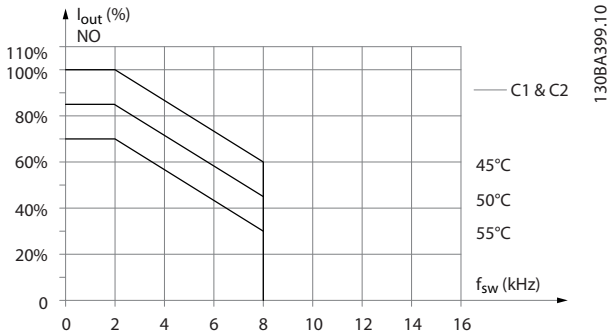
Afbeelding 5.15 Reductie van  $I_{out}$  voor diverse  $T_{AMB, MAX}$  voor behuizingsgrootte C1 en C2, bij gebruik van 60° AVM in de normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)



Afbeelding 5.16 Reductie van  $I_{out}$  voor diverse  $T_{AMB, MAX}$  voor behuizingsgrootte C3 en C4, bij gebruik van 60° AVM in de normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)

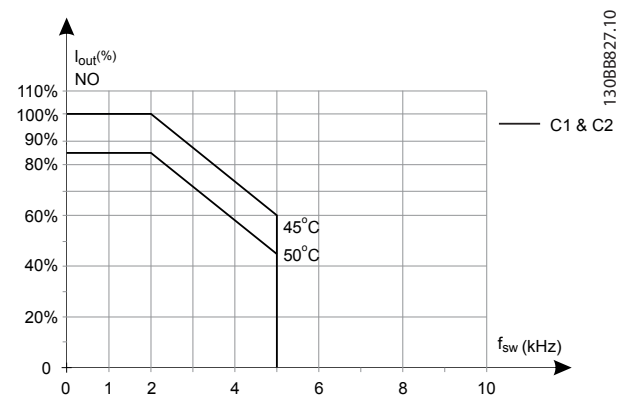


SFAVM – Stator Flux Asynchrone Vectormodulatie

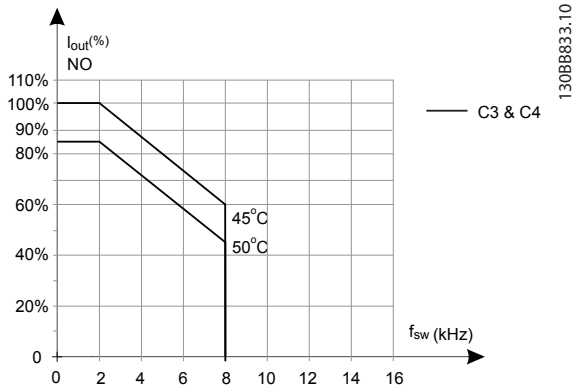


Afbeelding 5.17 Reductie van  $I_{out}$  voor diverse  $T_{AMB, MAX}$  voor behuizingsgrootte C1 en C2, bij gebruik van SFAVM in de normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)

SFAVM – Stator Flux Asynchrone Vectormodulatie

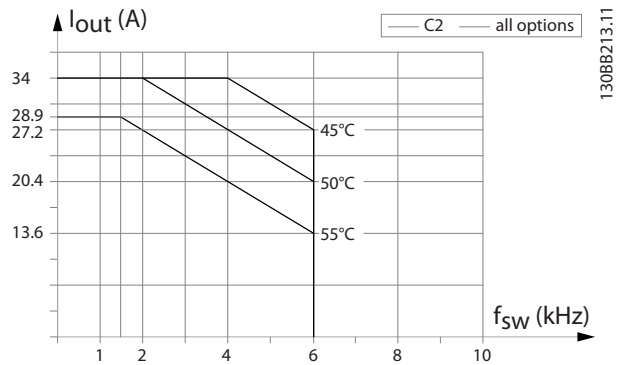


Afbeelding 5.20 Reductie van de uitgangsstromen wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor 600 V-frequentieomvormers, behuizingsgrootte C, SFAVM, NO



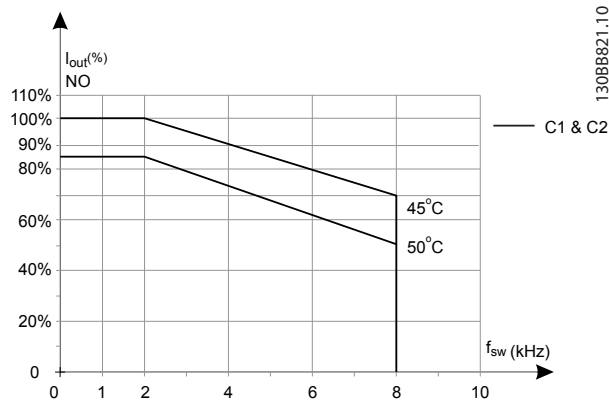
Afbeelding 5.18 Reductie van  $I_{out}$  voor diverse  $T_{AMB, MAX}$  voor behuizingsgrootte C3 en C4, bij gebruik van SFAVM in de normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)

Behuizingsgrootte C, T7  
60° AVM – pulsbreedtemodulatie



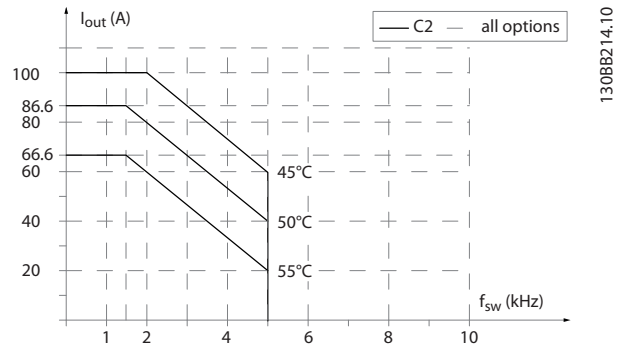
Afbeelding 5.21 Reductie van de uitgangsstromen wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor behuizingsgrootte C2, 60° AVM

Behuizingsgrootte C, T6  
60° AVM – pulsbreedtemodulatie

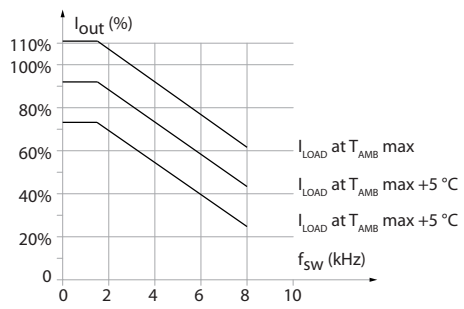


Afbeelding 5.19 Reductie van de uitgangsstromen wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor 600 V-frequentieomvormers, behuizingsgrootte C, 60° AVM, NO

SFAVM – Stator Flux Asynchrone Vectormodulatie



Afbeelding 5.22 Reductie van de uitgangsstromen wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor behuizingsgrootte C2, SFAVM



1308D597.10

Afbeelding 5.23 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor behuizingsgrootte C3

5

## 6 Typecode en selectie

### 6.1 Bestellen

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F	C	-				P				T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C						D

130BB836.10

Afbeelding 6.1 Voorbeeld van een typecode

Configureer de juiste frequentieomvormer voor de juiste toepassing en genereer de typecodereeks via de webgebaseerde Drive Configurator. De Drive Configurator genereert automatisch een 8-cijferig bestelnummer dat naar het verkoopkantoor bij u in de buurt kan worden verzonden. De Drive Configurator kan ook een projectlijst met diverse producten opstellen en deze naar een verkoopmedewerker van Danfoss verzenden.

De Drive Configurator is toegankelijk via de internationale website: [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives).

#### 6.1.1 Typecode

Voorbeeld van een typecode:

FC-202PK75T4E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXD0

De betekenis van de tekens in de reeks is te vinden in *Tabel 6.1* en *Tabel 6.2*. In bovenstaand voorbeeld zijn een Profibus DP V1 en een 24 V-backupoptie ingebouwd.

Beschrijving	Positie	Mogelijke opties <sup>1)</sup>
Productgroep	1-2	FC
Omvormerserie	4-6	202: FC 202
Vermogensklasse	8-10	0,25-90 kW
Fasen	11	S: eenfasig T: driefasig
Netspanning	12	2: 200-240 V 4: 380-480 V 6: 525-600 V 7: 525-690 V
Behuizing	13-15	E20: IP 20 E55: IP 55/NEMA type 12 P20: IP 20 (met achterwand) P21: IP 21/NEMA type 1 (met achterwand) P55: IP 55/NEMA type 12 (met achterwand) Z20: IP 20 <sup>1)</sup> E66: IP 66

Beschrijving	Positie	Mogelijke opties <sup>1)</sup>
RFI-filter	16-17	Hx: geen geïntegreerd EMC-filter in de frequentieomvormer H1: geïntegreerd EMC-filter; voldoet aan EN 55011 klasse A1/B en EN-IEC 61800-3 categorie 1/2 H2: geen aanvullend EMC-filter; voldoet aan EN 55011 klasse A2 en EN-IEC 61800-3 categorie 3 H3: geïntegreerd EMC-filter; voldoet aan EN 55011 klasse A1/B en EN-IEC 61800-3 categorie 1/2 H4: geïntegreerd EMC-filter; voldoet aan EN 55011 klasse A1 en EN-IEC 61800-3 categorie 2 H5: maritieme versies; voldoen aan dezelfde emissieniveaus als H2-versies
Rem	18	B: inclusief remchopper X: zonder remchopper T: Safe Torque Off; geen rem <sup>1)</sup> U: Safe Torque Off; met remchopper <sup>1)</sup>
Display	19	G: grafisch lokaal bedieningspaneel (LCP) N: numeriek lokaal bedieningspaneel (LCP) X: geen lokaal bedieningspaneel
Coating printplaat	20	C: gecoate printplaat R: gecoate printplaat + verstevigd X: ongecoate printplaat
Netvoedingsoptie	21	X: geen netvoedingsoptie 1: netschakelaar 3: netschakelaar en zekering 5: netschakelaar, zekering en loadsharing 7: zekering 8: netschakelaar en loadsharing A: zekering en loadsharing D: loadsharing
Aanpassing	22	X: standaard kabelingangen O: Europese/metrische schroefdraad in kabelingangen S: Imperial kabelingangen

Beschrijving	Positie	Mogelijke opties <sup>1)</sup>
Aanpassing	23	X: geen aanpassing
Softwareversie	24- 27	SXXX: nieuwste versie – standaard- software
Softwaretaal	28	X: niet gebruikt

Tabel 6.1 Besteltypecode

1) Sommige van de beschikbare opties zijn afhankelijk van de behuizingsgrootte.

2) Alleen beschikbaar voor frequentieomvormers  $\geq 75$  kW.

3) Alleen beschikbaar voor frequentieomvormers  $\geq 355$  kW.

Beschrijving	Positie	Mogelijke opties
A-opties	29- 30	AX: geen A-optie A0: PROFIBUS DP MCA 101 (standaard) A4: DeviceNet MCA 104 (standaard) AN: EtherNet/IP MCA 121 AL: PROFINET MCA 120 AQ: Modbus TCP MCA 122
B-opties	31- 32	BX: geen optie BY: Extended Cascade Controller MCO 101 BK: General purpose I/O MCB 101 BP: Relay Card MCB 105 B0: Analog I/O MCB 109 met backup-realtimelock B2: PTC Thermistor Card MCB 112 B4: Sensor Input MCB 114
C0-opties:	33- 34	CX: geen optie
C1-opties	35	X: geen optie R: Extended Relay Card MCB 113  5: Advanced Cascade Controller MCO 102
Software voor C-optie	36- 37	XX: standaardregelaar
D-opties	38- 39	DX: geen optie D0: uitgebreide 24 V DC-backup

Tabel 6.2 Besteltypecode, opties

**LET OP**

Zie de *VLT® AQUA Drive FC 202 110-1400 kW Design Guide* voor vermogens boven 90 kW.

## 6.1.2 Softwaretaal

Frequentieomvormers worden automatisch geleverd met een taalpakket dat toepasselijk is voor het gebied van waaruit de bestelling is geplaatst. Een overzicht van de regionale taalpakketten is te vinden in *Tabel 6.3*.

Taalpakket 1			Taalpakket 2
Braziliaans-Portugees	Fins	Russisch	Bahasa Indonesisch
Bulgaars	Frans	Spaans	Chinees
Kroatisch	Duits	Servisch	Chinees, traditioneel
Tsjechisch	Grieks	Sloveens	Duits
Deens	Hongaars	Spaans	Japans
Nederlands	Italiaans	Zweeds	Koreaans
Engels	Pools	Turks	Russisch
Engels, VS	Roemeens	-	Thais

Tabel 6.3 Taalpakketten voor software

Om een frequentieomvormer met een ander taalpakket te bestellen, kunt u contact opnemen met het verkoopkantoor bij u in de buurt.

## 6.2 Opties, accessoires en reserveonderdelen

### 6.2.1 Opties en accessoires

Beschrijving	Bestelnr.	
	Ongecoat	Gecoat
<b>Overige hardware</b>		
VLT®-paneelvoorset behuizingsgrootte A5	130B1028	
VLT®-paneelvoorset behuizingsgrootte B1	130B1046	
VLT®-paneelvoorset behuizingsgrootte B2	130B1047	
VLT®-paneelvoorset behuizingsgrootte C1	130B1048	
VLT®-paneelvoorset behuizingsgrootte C2	130B1049	
VLT®-montagebeugels voor behuizingsgrootte A5	130B1080	
VLT®-montagebeugels voor behuizingsgrootte B1	130B1081	
VLT®-montagebeugels voor behuizingsgrootte B2	130B1082	
VLT®-montagebeugels voor behuizingsgrootte C1	130B1083	
VLT®-montagebeugels voor behuizingsgrootte C2	130B1084	
VLT® IP 21/NEMA type 1-set, behuizingsgrootte A1	130B1121	
VLT® IP 21/NEMA type 1-set, behuizingsgrootte A2	130B1122	
VLT® IP 21/NEMA type 1-set, behuizingsgrootte A3	130B1123	
VLT® IP 21/boven/NEMA type 1-set, behuizingsgrootte A2	130B1132	
VLT® IP 21/boven/NEMA type 1-set, behuizingsgrootte A3	130B1133	
VLT®-achterwand IP 55/NEMA type 12, behuizingsgrootte A5	130B1098	
VLT®-achterwand IP 21/NEMA type 1, IP 55/NEMA type 12, behuizingsgrootte B1	130B3383	
VLT®-achterwand IP 21/NEMA type 1, IP 55/NEMA type 12, behuizingsgrootte B2	130B3397	
VLT®-achterwand IP 20/Type 1, behuizingsgrootte B4	130B4172	
VLT®-achterwand IP 21/NEMA type 1, IP 55/NEMA type 12, behuizingsgrootte C1	130B3910	
VLT®-achterwand IP 21/NEMA type 1, IP 55/NEMA type 12, behuizingsgrootte C2	130B3911	
VLT®-achterwand IP 20/NEMA type 1, behuizingsgrootte C3	130B4170	
VLT®-achterwand IP 20/NEMA type 1, behuizingsgrootte C4	130B4171	
VLT®-achterwand IP 66/NEMA type 4X, behuizingsgrootte A5	130B3242	
VLT®-achterwand in roestvrij staal IP 66/NEMA type 4X, behuizingsgrootte B1	130B3434	
VLT®-achterwand in roestvrij staal IP 66/NEMA type 4X, behuizingsgrootte B2	130B3465	
VLT®-achterwand in roestvrij staal IP 66/NEMA type 4X, behuizingsgrootte C1	130B3468	

Beschrijving	Bestelnr.	
	Ongecoat	Gecoat
VLT®-achterwand in roestvrij staal IP 66/NEMA type 4X, behuizingsgrootte C2	130B3491	
VLT® Profibus-adapter sub-D9-connector	130B1112	
Profibus-afschermingsplaatset voor IP 20, behuizingsgrootte A1, A2 en A3	130B0524	
Klemmenblok voor DC-tussenkringaansluiting op behuizingsgrootte A2/A3	130B1064	
VLT®-schroefklemmen	130B1116	
VLT® USB-uitbreiding, 350 mm-kabel	130B1155	
VLT® USB-uitbreiding, 650 mm-kabel	130B1156	
VLT®-achterframe A2 voor 1 remweerstand	175U0085	
VLT®-achterframe A3 voor 1 remweerstand	175U0088	
VLT®-achterframe A2 voor 2 remweerstand	175U0087	
VLT®-achterframe A3 voor 2 remweerstand	175U0086	
<b>Lokaal bedieningspaneel</b>		
VLT® Control Panel LCP 101, numeriek	130B1124	
VLT® Control Panel LCP 102, grafisch	130B1107	
VLT®-kabel voor LCP 2, 3 m	175Z0929	
VLT®-paneelmontageset voor alle LCP-typen	130B1170	
VLT®-paneelmontageset voor grafisch LCP	130B1113	
VLT®-paneelmontageset voor numeriek LCP	130B1114	
VLT® LCP-montageset, zonder LCP	130B1117	
VLT® LCP-montageset met blinde afdekking IP 55/66, 8 m	130B1129	
VLT® Control Panel LCP 102, grafisch	130B1078	
VLT® blinde afdekking met Danfoss-logo, IP 55/66	130B1077	
<b>Opties voor sleuf A</b>		
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
<b>Opties voor sleuf B</b>		
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Relay Card MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112		130B1137
VLT® Extended Cascade Controller MCO 101	130B1118	130B1218
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272
VLT® Analog I/O MCB 109	130B1143	130B1243
<b>Montagesets voor C-opties</b>		
VLT®-montageset voor C-optie, 40 mm, behuizingsgrootte A2/A3	130B7530	
VLT®-montageset voor C-optie, 60 mm, behuizingsgrootte A2/A3	130B7531	
VLT®-montageset voor C-optie, behuizingsgrootte A5	130B7532	
VLT®-montageset voor C-optie, behuizingsgrootte B/C/D/E/F (m.u.v. B3)	130B7533	
VLT®-montageset voor C-optie, 40 mm, behuizingsgrootte B3	130B1413	
VLT®-montageset voor C-optie, 60 mm, behuizingsgrootte B3	130B1414	
<b>Opties voor sleuf C</b>		
VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102	130B1154	130B1254
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264
<b>Optie voor sleuf D</b>		
VLT® 24 V External Supply MCB 107	130B1108	130B1208
<b>Lekstroombewakingssets</b>		
VLT® Leakage Current Monitor Kit, behuizingsgrootte A2/A3	130B5645	
VLT® Leakage Current Monitor Kit, behuizingsgrootte B3	130B5764	

Beschrijving	Bestelnr.	
	Ongecoat	Gecoat
VLT® Leakage Current Monitor Kit, behuizingsgrootte B4	130B5765	
VLT® Leakage Current Monitor Kit, behuizingsgrootte C3	130B6226	
VLT® Leakage Current Monitor Kit, behuizingsgrootte C4	130B5647	
<b>Pc-software</b>		
MCT 10 setupsoftware, 1 licentie	130B1000	
MCT 10 setupsoftware, 5 licenties	130B1001	
MCT 10 setupsoftware, 10 licenties	130B1002	
MCT 10 setupsoftware, 25 licenties	130B1003	
MCT 10 setupsoftware, 50 licenties	130B1004	
MCT 10 setupsoftware, 100 licenties	130B1005	
MCT 10 setupsoftware, > 100 licenties	130B1006	
Opties kunnen worden besteld als door de fabriek ingebouwde opties; zie bestelinformatie, hoofdstuk 6.1 Bestellen.		

Tabel 6.4 Bestelnummers voor opties en accessoires

## 6.2.2 Reserveonderdelen

Raadpleeg de VLT-shop of de Configurator om te zien welke reserveonderdelen leverbaar zijn voor uw specificatie; [VLtShop.danfoss.com](http://VLtShop.danfoss.com).

## 6.2.3 Accessoires tassen

Type	Beschrijving	Bestelnr.
<b>Accessoiretassen</b>		
Accessoiretas A1	Accessoiretas, behuizingsgrootte A1	130B1021
Accessoiretas A2/A3	Accessoiretas, behuizingsgrootte A2/A3	130B1022
Accessoiretas A5	Accessoiretas, behuizingsgrootte A5	130B1023
Accessoiretas A1–A5	Accessoiretas, behuizingsgrootte A1-A5, rem- en loadsharingconnector	130B0633
Accessoiretas B1	Accessoiretas, behuizingsgrootte B1	130B2060
Accessoiretas B2	Accessoiretas, behuizingsgrootte B2	130B2061
Accessoiretas B3	Accessoiretas, behuizingsgrootte B3	130B0980
Accessoiretas B4	Accessoiretas, behuizingsgrootte B4, 18,5-22 kW	130B1300
Accessoiretas B4	Accessoiretas, behuizingsgrootte B4, 30 kW	130B1301
Accessoiretas C1	Accessoiretas, behuizingsgrootte C1	130B0046
Accessoiretas C2	Accessoiretas, behuizingsgrootte C2	130B0047
Accessoiretas C3	Accessoiretas, behuizingsgrootte C3	130B0981
Accessoiretas C4	Accessoiretas, behuizingsgrootte C4, 55 kW	130B0982
Accessoiretas C4	Accessoiretas, behuizingsgrootte C4, 75 kW	130B0983

Tabel 6.5 Bestelnummers voor accessoiretassen

## 6.2.4 Keuze van de remweerstand

Wanneer de snelheidsreferentie van een frequentieomvormer wordt verlaagd, werkt de motor als generator en remt de frequentieomvormer. Wanneer een motor als generator werkt, levert deze energie aan de frequentieomvormer. Deze energie wordt opgeslagen in de DC-tussenkring. De remweerstand dient als belasting voor de tussenkring tijdens het remmen, zodat het remvermogen door de remweerstand kan worden opgenomen.

Als geen remweerstand wordt gebruikt, blijft de DC-tussenkringspanning van de frequentieomvormer stijgen totdat de frequentieomvormer om veiligheidsredenen afschakelt. Het voordeel van een remweerstand is dat zware belastingen snel kunnen worden afgeremd, bijvoorbeeld op een transportband.

De remweerstand in deze serie zijn allemaal externe componenten. De remweerstand maakt dus geen integraal onderdeel uit van de frequentieomvormer.

De externe remweerstand biedt de volgende voordelen:

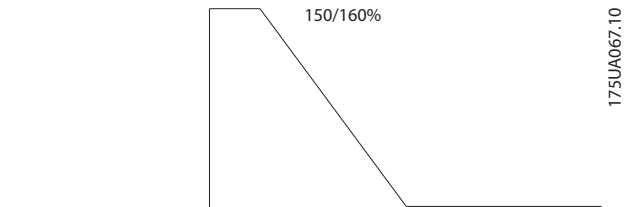
- De cyclustijd van de weerstand kan naar wens worden geselecteerd.
- De warmte die tijdens het remmen ontstaat, kan uit de paneelbehuizing worden geleid, zodat de energie kan worden benut.
- De elektronische componenten raken niet oververhit, ook niet bij overbelasting van de remweerstand.

Aanbevolen remweerstand staan vermeld in hoofdstuk 6.2.5 *Aanbevolen remweerstand* en hoofdstuk 6.2.6 *Alternatieve remweerstand, T2 en T4*. Zie de VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide voor meer informatie.

### Horizontale en verticale belastingen

Het assortiment remweerstand van Danfoss bestaat uit 2 groepen:

- Remweerstand voor horizontale belastingen (transportbanden, loopkatten, portaalkranen enz.); zie *Afbeelding 6.2*
- Remweerstand voor verticale belastingen (kranen, takels, liften); zie *Afbeelding 6.3*



Afbeelding 6.2 Horizontale belastingen



Afbeelding 6.3 Verticale belastingen

Het assortiment remweerstand is bedoeld om een oplossing te bieden voor de algemene remvereisten voor horizontale en verticale remtoepassingen.

Zowel de remweerstand voor horizontale remtoepassingen als die voor verticale remtoepassingen zijn leverbaar in 3 uitvoeringen:

- Flatpackremweerstand met aluminium behuizing
- Compactremweerstand met aluminium behuizing
- Remweerstand met stalen rooster

Zie hoofdstuk 6.2.5 *Aanbevolen remweerstand* en hoofdstuk 6.2.6 *Alternatieve remweerstand, T2 en T4* voor bestelinformatie.



## 6.2.5 Aanbevolen remweerstanden

Net	Spanningsklasse
$P_m$	Nominaal motorvermogen voor frequentieomvormertype
$R_{min}$	Door de frequentieomvormer toegestane minimale remweerstand
$R_{rec}$	Aanbevolen weerstand van Danfoss-remweerstanden
Thermisch relais	Remstroominstelling van extern thermisch relais
Onderdeelnummer	Bestelnummers Danfoss-remweerstand
Kabeldoorsnede	Aanbevolen minimale waarde op basis van met pvc geïsoleerde koperen kabel, omgevingstemperatuur van 30 °C met normale warmtedissipatie
$P_{br,cont.}$	Gemiddeld nominaal vermogen remweerstand. De temperatuurschakelaar schakelt in bij ongeveer 90% continu nominaal vermogen bij remweerstanden met behuizingsbescherming volgens IP 54, IP 21 en IP 65.
$R_{br,nom}$	De nominale (berekende) weerstandswaarde die zorgt voor een remvermogen op de motoras van 150/160/110% gedurende 1 minuut

Tabel 6.6 Afkortingen gebruikt in Tabel 6.7 tot Tabel 6.14

## 10% belastingscyclus, horizontaal remmen, T2

FC 202				Horizontaal remmen 10% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
				$R_{rec}$ [Ω]	$P_{br,cont.}$ [kW]	Onderdeelnummer Danfoss				Kabeldoorsnede [mm <sup>2</sup> ]	Thermisch relais [A]
Type net	$P_m$ [kW]	$R_{min}$ [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]			Draad IP 54	Schroefkle m IP 21	Schroefkle m IP 65	Bolt connection IP20		
T2	0,25	380	691,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T2	0,37	380	466,7	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,55	275	313,7	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,75	188	230,0	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	1,1	130	152,9	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,5	81,0	110,5	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	2,2	58,5	74,1	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	3	45,0	53,7	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3,7	31,5	39,9	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	5,5	22,5	28,7	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	7,5	17,7	20,8	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	11	12,6	14,0	13	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	15	8,7	10,2	9,0	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	18,5	5,3	8,2	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	15
T2	22	5,1	6,9	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	30	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	37	3,0	4,1	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	45	2,4	3,3	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabel 6.7 T2, horizontaal remmen 10% belastingscyclus, aanbevolen remweerstanden

## 40% belastingscyclus, verticaal remmen, T2

FC 202				Verticaal remmen 40% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Onderdeelnummer Danfoss				Kabeldoorsnede [mm <sup>2</sup> ]	Thermisch relais [A]
Type net	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br,nom</sub> [Ω]			Draad IP 54	Schroefkle m IP 21	Schroefkle m IP 65	Bolt connection IP20		
T2	0,25	380	691,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T2	0,37	380	466,7	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,55	275	313,7	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,75	188	230,0	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,1	130	152,9	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,5	81,0	110,5	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	2,2	58,5	74,1	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	3	45,0	53,7	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3,7	31,5	39,9	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	5,5	22,5	28,7	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	7,5	17,7	20,8	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	11	12,6	14,0	13	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	15	8,7	10,2	9,0	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	18,5	5,3	8,2	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	22	5,1	6,9	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	30	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	37	3,0	4,1	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	45	2,4	3,3	2,8	17,000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabel 6.8 T2, verticaal remmen 40% belastingscyclus, aanbevolen remweerstanden

## 10% belastingscyclus, horizontaal remmen, T4

FC 202				Horizontaal remmen 10% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
Type net	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br,nom</sub> [Ω]	R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Onderdeelnummer Danfoss				Kabeldoorsnede [mm <sup>2</sup> ]	Thermisch relais [A]
						Draad IP 54	Schroefkle m IP 21	Schroefkle m IP 65	Bolt connection IP20		
T4	0,37	1000	1864,2	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T4	0,55	1000	1246,3	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T4	0,75	620	910,2	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T4	1,1	546	607,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T4	1,5	382	437,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T4	2,2	260	293,3	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T4	3	189	212,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T4	4	135	157,3	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T4	5,5	99,0	113,3	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T4	7,5	72,0	82,4	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T4	11	50,0	55,3	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T4	15	36,0	40,3	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T4	18,5	27,0	32,5	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T4	22	20,3	27,2	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T4	30	18,0	19,8	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T4	37	13,4	16,0	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T4	45	10,8	13,1	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T4	55	8,8	10,7	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T4	75	6,5	7,8	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T4	90	4,2	6,5	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36
T4	110	3,6	5,3	4,7	9,000	-	-	-	175u3079	16	44
T4	132	3,0	4,4	3,7	11,000	-	-	-	175u3083	25	55
T4	160	2,5	3,6	3,3	13,000	-	-	-	175u3084	35	63
T4	200	2,0	2,9	2,7	16,000	-	-	-	175u3088	50	77
T4	250	1,6	2,3	2,1	20,000	-	-	-	175u3091	70	98
T4	315	1,2	1,8	1,7	26,000	-	-	-	175u3093	2 x 35	124
T4	355	1,2	1,6	1,3	32,000	-	-	-	175u3097	2 x 35	157
T4	400	1,2	1,4	1,2	36,000	-	-	-	175u3098	2 x 50	173
T4	450	1,1	1,3	1,1	42,000	-	-	-	175u3099	2 x 50	196
T4	500	0,9	1,1	2 x 1,9	-	-	-	-	-	-	-
T4	560	0,9	1,0	2 x 1,7	-	-	-	-	-	-	-
T4	630	0,8	0,9	2 x 1,5	-	-	-	-	-	-	-
T4	710	0,7	0,8	2 x 1,3	-	-	-	-	-	-	-
T4	800	0,6	0,7	3 x 1,8	-	-	-	-	-	-	-
T4	1000	0,5	0,6	3 x 1,6	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 6.9 T4, horizontaal remmen 10% belastingscyclus, aanbevolen remweerstand

## 40% belastingscyclus, verticaal remmen, T4

FC 202				Verticaal remmen 40% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
Type net	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br,nom</sub> [Ω]	R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Onderdeelnummer Danfoss				Kabeldoorsnede [mm <sup>2</sup> ]	Thermisch relais [A]
						Draad IP 54	Schroefkle m IP 21	Schroefkle m IP 65	Bolt connection IP20		
T4	0,37	1000	1864,2	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,55	1000	1246,3	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,75	620	910,2	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T4	1,1	546	607,3	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T4	1,5	382	437,3	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T4	2,2	260	293,3	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T4	3	189	212,7	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T4	4	135	157,3	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T4	5,5	99,0	113,3	110	1,700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T4	7,5	72,0	82,4	80	2,200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T4	11	50,0	55,3	56	3,200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T4	15	36,0	40,3	38	5,000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T4	18,5	27,0	32,5	28	6,000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T4	22	20,3	27,2	22	8,000	-	-	-	175u3238	4	19
T4	30	18,0	19,8	19	10,000	-	-	-	175u3203	4	23
T4	37	13,4	16,0	14	14,000	-	-	-	175u3206	10	32
T4	45	10,8	13,1	12	17,000	-	-	-	175u3210	10	38
T4	55	8,8	10,7	9,5	21,000	-	-	-	175u3213	16	47
T4	75	6,5	7,8	7,0	26,000	-	-	-	175u3216	25	61
T4	90	4,2	6,5	5,5	36,000	-	-	-	175u3219	35	81
T4	110	3,6	5,3	4,7	42,000	-	-	-	175u3221	50	95
T4	132	3,0	4,4	3,7	52,000	-	-	-	175u3223	70	119
T4	160	2,5	3,6	3,3	60,000	-	-	-	175u3225	2 x 35	135
T4	200	2,0	2,9	2,7	78,000	-	-	-	175u3228	2 x 50	170
T4	250	1,6	2,3	2,1	90,000	-	-	-	175u3230	2 x 70	207
T4	315	1,2	1,8	1,7	-	-	-	-	-	-	-
T4	355	1,2	1,6	1,3	-	-	-	-	-	-	-
T4	400	1,2	1,4	1,2	-	-	-	-	-	-	-
T4	450	1,1	1,3	1,1	-	-	-	-	-	-	-
T4	500	0,9	1,1	2 x 1,9	-	-	-	-	-	-	-
T4	560	0,9	1,0	2 x 1,7	-	-	-	-	-	-	-
T4	630	0,8	0,9	2 x 1,5	-	-	-	-	-	-	-
T4	710	0,7	0,8	2 x 1,3	-	-	-	-	-	-	-
T4	800	0,6	0,7	3 x 1,8	-	-	-	-	-	-	-
T4	1000	0,5	0,6	3 x 1,6	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 6.10 T4, verticaal remmen 40% belastingscyclus, aanbevolen remweerstand

## 10% belastingscyclus, horizontaal remmen, T6

FC 202				Horizontaal remmen 10% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
Type net	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br,nom</sub> [Ω]	R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Onderdeelnummer Danfoss				Kabeldoorsnede [mm <sup>2</sup> ]	Thermisch relais [A]
						Draad IP 54	Schroefkle m IP 21	Schroefkle m IP 65	Bolt connection IP20		
T6	0,75	620	1329,7	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T6	1,1	620	889,1	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,5	550	642,7	570	0,100	175u3003	-	-	-	1,5	0,4
T6	2,2	380	431,1	415	0,200	175u3005	-	-	-	1,5	0,7
T6	3	260	312,5	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T6	4	189	231,6	200	0,300	175u3342	-	-	-	1,5	1,1
T6	5,5	135	166,6	145	0,450	175u3343	175u3012	175u3013	-	1,5	1,7
T6	7,5	99,0	121,1	100	0,570	175u3344	175u3136	175u3137	-	1,5	2,3
T6	11	69,0	81,6	72	0,680	175u3345	175u3456	175u3455	-	1,5	2,9
T6	15	48,6	59,4	52	1,130	175u3346	175u3458	175u3457	-	1,5	4,4
T6	18,5	35,1	47,9	38	1,400	175u3347	175u3460	175u3459	-	1,5	5,7
T6	22	27,0	40,1	31	1,700	175u3348	175u3037	175u3038	-	1,5	7
T6	30	22,5	29,2	27	2,200	175u3349	175u3043	175u3044	-	1,5	8,5
T6	37	17,1	23,6	19	2,800	175u3350	175u3462	175u3461	-	2,5	11,4
T6	45	13,5	19,4	14	3,200	175u3358	175u3464	175u3463	-	2,5	14,2
T6	55	11,7	15,8	13,5	4,200	-	175u3057	175u3058	-	4	17
T6	75	9,9	11,5	11	5,500	-	175u3063	175u3064	-	6	21
T6	90	8,6	9,6	7,0	7,000	-	-	-	175u3245	10	32

6

Tabel 6.11 T6, horizontaal remmen 10% belastingscyclus, aanbevolen remweerstand

## 40% belastingscyclus, verticaal remmen, T6

FC 202				Verticaal remmen 40% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
Type net	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br,nom</sub> [Ω]	R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Onderdeelnummer Danfoss				Kabeldoorsnede [mm <sup>2</sup> ]	Thermisch relais [A]
						Draad IP 54	Schroefkle m IP 21	Schroefkle m IP 65	Bolt connection IP20		
T6	0,75	620	1329,7	1200	0,360	-	175u3102	175u3103	-	1,5	0,6
T6	1,1	620	889,1	850	0,280	175u3317	175u3104	175u3105	-	1,5	0,6
T6	1,5	550	642,7	570	0,450	175u3318	175u3430	175u3429	-	1,5	0,9
T6	2,2	380	431,1	415	0,570	175u3319	175u3432	175u3431	-	1,5	1,1
T6	3	260	312,5	270	0,960	175u3320	175u3434	175u3433	-	1,5	1,8
T6	4	189	231,6	200	1,130	175u3321	175u3436	175u3435	-	1,5	2,3
T6	5,5	135	166,6	145	1,700	175u3322	175u3126	175u3127	-	1,5	3,3
T6	7,5	99,0	121,1	100	2,200	175u3323	175u3438	175u3437	-	1,5	4,4
T6	11	69,0	81,6	72	3,200	175u3324	175u3440	175u3439	-	1,5	6,3
T6	15	48,6	59,4	52	5,500	-	175u3148	175u3149	-	1,5	9,7
T6	18,5	35,1	47,9	38	6,000	-	-	-	175u3239	2,5	12,6
T6	22	27,0	40,1	31	8,000	-	-	-	175u3240	4	16
T6	30	22,5	29,2	27	10,000	-	-	-	175u3200	4	19
T6	37	17,1	23,6	19	14,000	-	-	-	175u3204	10	27
T6	45	13,5	19,4	14	17,000	-	-	-	175u3207	10	35
T6	55	11,7	15,8	13,5	21,000	-	-	-	175u3208	16	40
T6	75	9,9	11,5	11	26,000	-	-	-	175u3211	25	49
T6	90	8,6	9,6	7,0	30,000	-	-	-	175u3241	35	66

Tabel 6.12 T6, verticaal remmen 40% belastingscyclus, aanbevolen remweerstand

## 10% belastingscyclus, horizontaal remmen, T7

FC 202				Horizontaal remmen 10% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Onderdeelnummer Danfoss				Kabeldoor snede [mm <sup>2</sup> ]	Thermisc h relais [A]
Type net	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br,nom</sub> [Ω]			Draad IP 54	Schroefkle m IP 21	Schroefkle m IP 65	Bolt connection IP20		
T7	1,1	620	830	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T7	1,5	513	600	570	0,100	175u3003	-	-	-	1,5	0,4
T7	2,2	340	403	415	0,200	175u3005	-	-	-	1,5	0,7
T7	3	243	292	270	0,300	175u3361	-	-	-	1,5	1
T7	4	180	216	200	0,360	-	175u3009	175u3010	-	1,5	1,3
T7	5,5	130	156	145	0,450	-	175u3012	175u3013	-	1,5	1,7
T7	7,5	94	113	105	0,790	-	175u3481	175u3482	-	1,5	2,6
T7	11	94,5	110,9	105	0,790	175u3360	175u3481	175u3482	-	1,5	2,7
T7	15	69,7	80,7	72	1,130	175u3351	175u3466	175u3465	-	1,5	3,8
T7	18,5	46,8	65,1	52	1,400	175u3352	175u3468	175u3467	-	1,5	4,9
T7	22	36,0	54,5	42	1,700	175u3353	175u3032	175u3033	-	1,5	6
T7	30	29,0	39,7	31	2,200	175u3354	175u3470	175u3469	-	1,5	7,9
T7	37	22,5	32,1	27	2,800	175u3355	175u3472	175u3471	-	2,5	9,6
T7	45	18,0	26,3	22	3,200	175u3356	175u3479	175u3480	-	2,5	11,3
T7	55	13,5	21,4	15,5	4,200	-	175u3474	175u3473	-	4	15
T7	75	13,5	15,6	13,5	5,500	-	175u3476	175u3475	-	6	19
T7	90	8,8	13,0	11	7,000	-	-	-	175u3232	10	25
T7	110	8,8	10,6	9,1	9,000	-	-	-	175u3067	16	32
T7	132	6,6	8,8	7,4	11,000	-	-	-	175u3072	16	39
T7	160	4,2	7,2	6,1	13,000	-	-	-	175u3075	16	46
T7	200	4,2	5,8	5,0	16,000	-	-	-	175u3078	25	57
T7	250	3,4	4,6	4,0	20,000	-	-	-	175u3082	35	71
T7	315	2,3	3,7	3,2	26,000	-	-	-	175u3085	50	90
T7	400	2,3	2,9	2,5	32,000	-	-	-	175u3089	70	113
T7	450	2,0	2,6	2,3	36,000	-	-	-	175u3090	2 x 35	125
T7	500	1,9	2,3	2,0	42,000	-	-	-	175u3092	2 x 35	145
T7	560	1,5	2,1	1,6	52,000	-	-	-	175u3094	2 x 50	180
T7	630	1,4	1,8	1,4	60,000	-	-	-	175u3095	2 x 50	207
T7	710	1,2	1,6	2 x 2,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	800	1,1	1,4	2 x 2,2	-	-	-	-	-	-	-
T7	900	1,0	1,3	2 x 2,0	-	-	-	-	-	-	-
T7	1000	0,9	1,1	3 x 2,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	1200	0,8	1,0	3 x 2,4	-	-	-	-	-	-	-
T7	1400	0,6	0,8	3 x 2,0	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 6.13 T7, horizontaal remmen 10% belastingscyclus, aanbevolen remweerstand

## 40% belastingscyclus, verticaal remmen, T7

FC 202				Verticaal remmen 40% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
Type net	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br,nom</sub> [Ω]	R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Onderdeelnummer Danfoss				Kabeldoorsnede [mm <sup>2</sup> ]	Thermisch relais [A]
						Draad IP 54	Schroefkle m IP 21	Schroefkle m IP 65	Bolt connection IP20		
T7	1,1	620	830	630	0,360	-	175u3108	175u3109	-	1,5	0,8
T7	1,5	513	600	570	0,570	-	175u3110	175u3111	-	1,5	1
T7	2,2	340	403	415	0,790	-	175u3112	175u3113	-	1,5	1,3
T7	3	243	292	270	1,130	-	175u3118	175u3119	-	1,5	2
T7	4	180	216	200	1,700	-	175u3122	175u3123	-	1,5	2,8
T7	5,5	130	156	145	2,200	-	175u3106	175u3107	-	1,5	3,7
T7	7,5	94	113	105	3,200	-	175u3132	175u3133	-	1,5	5,2
T7	11	94,5	110,9	105	4,200	-	175u3134	175u3135	-	1,5	6
T7	15	69,7	80,7	72	4,200	-	175u3142	175u3143	-	1,5	7,2
T7	18,5	46,8	65,1	52	6,000	-	-	-	175u3242	2,5	10,8
T7	22	36,0	54,5	42	8,000	-	-	-	175u3243	2,5	13,9
T7	30	29,0	39,7	31	10,000	-	-	-	175u3244	4	18
T7	37	22,5	32,1	27	14,000	-	-	-	175u3201	10	23
T7	45	18,0	26,3	22	17,000	-	-	-	175u3202	10	28
T7	55	13,5	21,4	15,5	21,000	-	-	-	175u3205	16	37
T7	75	13,5	15,6	13,5	26,000	-	-	-	175u3209	16	44
T7	90	8,8	13,0	11	36,000	-	-	-	175u3212	25	57
T7	110	8,8	10,6	9,1	42,000	-	-	-	175u3214	35	68
T7	132	6,6	8,8	7,4	52,000	-	-	-	175u3215	50	84
T7	160	4,2	7,2	6,1	60,000	-	-	-	175u3218	70	99
T7	200	4,2	5,8	5,0	78,000	-	-	-	175u3220	2 x 35	125
T7	250	3,4	4,6	4,0	90,000	-	-	-	175u3222	2 x 35	150
T7	315	2,3	3,7	3,2	-	-	-	-	-	-	-
T7	400	2,3	2,9	2,5	-	-	-	-	-	-	-
T7	450	2,0	2,6	2,3	-	-	-	-	-	-	-
T7	500	1,9	2,3	2,0	-	-	-	-	-	-	-
T7	560	1,5	2,1	1,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	630	1,4	1,8	1,4	-	-	-	-	-	-	-
T7	710	1,2	1,6	2 x 2,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	800	1,1	1,4	2 x 2,2	-	-	-	-	-	-	-
T7	900	1,0	1,3	2 x 2,0	-	-	-	-	-	-	-
T7	1000	0,9	1,1	3 x 2,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	1200	0,8	1,0	3 x 2,4	-	-	-	-	-	-	-
T7	1400	0,6	0,8	3 x 2,0	-	-	-	-	-	-	-

6

Tabel 6.14 T7, verticaal remmen 40% belastingscyclus, aanbevolen remweerstand

## 6.2.6 Alternatieve remweerstand, T2 en T4

Net	Spanningsklasse
$P_m$	Nominaal motorvermogen voor frequentieomvormertype
$R_{min}$	Door de frequentieomvormer toegestane minimale remweerstand
$R_{rec}$	Aanbevolen weerstand van Danfoss-remweerstand
Belastingscyclus	$P_{br,cont.} \times 100/P_m$
Onderdeelnummer	Bestelnummers Danfoss-remweerstand
$P_{br,cont.}$	Gemiddeld nominaal vermogen remweerstand.
$R_{br,nom}$	De nominale (berekende) weerstandswaarde die zorgt voor een remvermogen op de motoras van 150/160/110% gedurende 1 minuut

Tabel 6.15 Afkortingen gebruikt in Tabel 6.16 tot Tabel 6.17

## Net: 200-240 V, T2

FC 202	$P_m$	$R_{min}$	$R_{br,nom}$	Flatpack IP 65		
				$R_{rec}$ per item/ $P_{br,cont.}$	Belastingscyclus	Onderdeelnummer Danfoss
T2	[kW]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega/W$ ]	%	175Uxxxx
PK25	0,25	380	691,3	430/100	40	1002
PK37	0,37	380	466,7	430/100	27	1002
PK55	0,55	275	313,7	330/100	18	1003
PK55	0,55	275	313,7	310/200	36	0984
PK75	0,75	188	230,0	220/100	13	1004
PK75	0,75	188	230,0	210/200	26	0987
P1K1	1,1	130	152,9	150/100	9	1005
P1K1	1,1	130	152,9	150/200	18	0989
P1K5	1,5	81,0	110,5	100/100	7	1006
P1K5	1,5	81,0	110,5	100/200	14	0991
P2K2	2,2	58,5	74,1	72/200	9	0992
P3K0	3	45,0	53,7	50/200	7	0993
P3K7	3,7	31,5	39,9	35/200	6	0994
P3K7	3,7	31,5	39,9	72/200	11	2 x 0992
P5K5	5,5	22,5	28,7	40/200	7	2 x 0996

Tabel 6.16 Net: 200-240 V (T2), alternatieve remweerstand



**Net: 380-480 V, T4**

FC 202	P <sub>m</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>br,nom</sub>	Flatpack IP 65		
				R <sub>rec</sub> per item/P <sub>br,cont.</sub>	Belastingscyclus	Onderdeelnummer Danfoss
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	%	175Uxxxx
PK75	0,75	620	910,2	830/100	13	1000
P1K1	1,1	546	607,3	620/100	9	1001
P1K1	1,1	546	607,3	620/200	18	0982
P1K5	1,5	382	437,3	430/100	7	1002
P1K5	1,5	382	437,3	430/200	14	0983
P2K2	2,2	260	293,3	310/200	9	0984
P3K0	3	189	212,7	210/200	7	0987
P4K0	4	135	157,3	150/200	5	0989
P4K0	4	135	157,3	300/200	10	2 x 0985
P5K5	5,5	99,0	113,3	130/200	7	2 x 0990
P7K5	7,5	72,0	82,4	80/240	6	2 x 0090

Tabel 6.17 Net: 380-480 V (T4), alternatieve remweerstand

## 6.2.7 Harmonischenfilters

Harmonischenfilters worden gebruikt om de harmonischen in het elektriciteitsnet te beperken.

- AHF 010: 10% stroomvervorming
- AHF 005: 5% stroomvervorming

### Koeling en ventilatie

IP 20: gekoeld door natuurlijke convectie of via ingebouwde ventilatoren.

IP 00: aanvullende geforceerde koeling is vereist. Zorg tijdens het installeren voor voldoende luchtstroming door het filter om oververhitting van het filter te voorkomen. Een minimale luchtstroom van 2 m/s door het filter is vereist.

Nominiaal vermogen en nominale stroom <sup>1)</sup>		Standaard motor	Nominale filter-stroom	Bestelnummer AHF 005		Bestelnummer AHF 010	
			50 Hz	IP00	IP20	IP00	IP20
[kW]	[A]	[kW]	[A]				
0.37-4.0	1,2-9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027
5.5-7.5	14,4	7,5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058
11,0	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059
15,0	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089
18,0	34	18,5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094
22,0	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111
30,0	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176
37,0	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180
45,0	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201
55,0	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204
75,0	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207
90,0	171	90	171	130B1445	130B1250	130B1294	130B1213

Tabel 6.18 Harmonischenfilters voor 380-415 V, 50 Hz

Nominiaal vermogen en nominale stroom <sup>1)</sup>		Standaard motor	Nominale filter-stroom		Bestelnummer AHF 005		Bestelnummer AHF 010	
			60 Hz		IP00	IP20	IP00	IP20
[kW]	[A]	[kW]	[A]					
0.37-4.0	1,2-9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262	
5.5-7.5	14,4	7,5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265	
11,0	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268	
15,0	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294	
18,0	34	18,5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297	
22,0	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303	
30,0	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445	
37,0	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459	
45,0	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488	
55,0	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489	
75,0	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498	
90,0	171	90	171	130B3130	130B2868	130B3089	130B2499	

Tabel 6.19 Harmonischenfilters voor 380-415 V, 60 Hz

Nominiaal vermogen en nominale stroom <sup>1)</sup>		Standaard motor	Nominale filter-stroom		Bestelnummer AHF 005		Bestelnummer AHF 010	
			60 Hz		IP00	IP20	IP00	IP20
[kW]	[A]	[kW]	[A]					
0,37-4,0	1-7,4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482	
5,5-7,5	9,9-13	7,5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483	
11,0	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484	
15,0	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485	
18,0	31	18,5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486	
22,0	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487	
30,0	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488	
37,0	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491	
45,0	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492	
55,0	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493	
75,0	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494	
90	154	90	154	130B1798	130B1763	130B1781	130B1495	

Tabel 6.20 Harmonischenfilters voor 440-480 V, 60 Hz

1) Nominiaal vermogen en nominale stroom van frequentieomvormer op basis van actuele bedrijfscondities

Nominiaal vermogen en nominale stroom <sup>1)</sup>		Standaard motor	Nominale filter-stroom		Bestelnummer AHF 005		Bestelnummer AHF 010	
			60 Hz		IP00	IP20	IP00	IP20
[kW]	[A]	[kW]	[A]					
11,0	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212	
15,0	19	16,4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213	
18,0	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214	
22,0	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214	
30,0	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216	
37,0	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217	
45,0	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218	
55,0	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219	
75,0	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220	
90	106	90	109	130B5270	130B5255	130B5238	130B5221	

Tabel 6.21 Harmonischenfilters voor 600 V, 60 Hz

Nominaal vermogen en nominale stroom <sup>1)</sup>		Standaard motor	Nominaal vermogen en nominale stroom		Standaard motor	Nominale filterstroom	Bestelnummer AHF 005		Bestelnummer AHF 010	
500-550 V			551-690 V				50 Hz	IP00	IP20	IP00
[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[A]				
11,0	15	7,5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280
15,0	19,5	11	P18K	20	18,5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281
18,0	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282
22,0	29	18,5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283
30,0	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284
37,0	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285
45,0	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286
55,0	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287
75,0	89	55				87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288
90,0	110	90				109	130B5026	130B5172	130B5327	130B5289

Tabel 6.22 Harmonisatiefilters voor 500-690 V, 50 Hz

1) Nominaal vermogen en nominale stroom van frequentieomvormer op basis van actuele bedrijfscondities

## 6.2.8 Sinusfilters

Nominaal vermogen en nominale stroom van frequentieomvormer						Nominale filterstroom			Schakelfrequentie	Bestelnummer	
200-240 V		380-440 V		441-500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23 <sup>1)</sup>
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[kHz]		
-	-	0,37	1,3	0,37	1,1	2,5	2,5	2	5	130B2404	130B2439
0,25	1,8	0,55	1,8	0,55	1,6						
0,37	2,4	0,75	2,4	0,75	2,1						
		1,1	3	1,1	3	4,5	4	3,5	5	130B2406	130B2441
0,55	3,5	1,5	4,1	1,5	3,4						
0,75	4,6	2,2	5,6	2,2	4,8	8	7,5	5,5	5	130B2408	130B2443
1,1	6,6	3	7,2	3	6,3						
1,5	7,5	-	-	-	-						
-	-	4	10	4	8,2	10	9,5	7,5	5	130B2409	130B2444
2,2	10,6	5,5	13	5,5	11						
3	12,5	7,5	16	7,5	14,5	17	16	13	5	130B2411	130B2446
3,7	16,7	-	-	-	-						
5,5	24,2	11	24	11	21	24	23	18	4	130B2412	130B2447
7,5	30,8	15	32	15	27	38	36	28,5	4	130B2413	130B2448
		18,5	37,5	18,5	34						
11	46,2	22	44	22	40	48	45,5	36	4	130B2281	130B2307
15	59,4	30	61	30	52	62	59	46,5	3	130B2282	130B2308
18,5	74,8	37	73	37	65	75	71	56	3	130B2283	130B2309
22	88	45	90	55	80	115	109	86	3	130B3179	130B3181*
30	115	55	106	75	105						
37	143	75	147	90	130	180	170	135	3	130B3182	130B3183*
45	170	90	177								

Tabel 6.23 Sinusfilters voor frequentieomvormers met 380-500 V

1) Met \* gemarkeerde bestelnummers zijn IP 23.

Nominaal vermogen en nominale stroom van frequentieomvormer						Nominale filterstroom bij 690 V			Schakelfrequentie	Bestelnummer	
525-600 V		551-690 V		525-550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23 <sup>1)</sup>
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	kHz		
0,75	1,7	1,1	1,6	1,1	2,1	4,5	4	3	4	130B7335	130B7356
1,1	2,4	1,5	2,2	1,5	2,7						
1,5	2,7	2,2	3,2	2,2	3,9						
2,2	3,9	3,0	4,5	3,0	4,9						
3	4,9	4,0	5,5	4,0	6,1	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6,1	5,5	7,5	5,5	9,0						
5,5	9	7,5	10	7,5	11						
7,5	11	11	13	7,5	14	13	12	9	3	130B3195	130B3196
11	18	15	18	11	19	28	26	21	3	130B4112	130B4113
15	22	18,5	22	15	23						
18,5	27	22	27	18	28						
22	34	30	34	22	36	45	42	33	3	130B4114	130B4115
30	41	37	41	30	48						
37	52	45	52	37	54	76	72	57	3	130B4116	130B4117*
45	62	55	62	45	65						
55	83	75	83	55	87	115	109	86	3	130B4118	130B4119*
75	100	90	100	75	105						
90	131	-	-	90	137						
						165	156	124	2	130B4121	130B4124*

Tabel 6.24 Sinusfilters voor frequentieomvormers met 525-600 V en 525-690 V

1) Met \* gemarkeerde bestelnummers zijn IP 23.

Parameter	Instelling
14-00 Schakelpatroon	[1] SFAVM
14-01 Schakelfrequentie	In te stellen op basis van het betreffende filter. De waarde is te vinden op het productlabel en in de handleiding van het uitgangfilter. Bij gebruik van sinusfilters mag de schakelfrequentie niet lager zijn dan is gespecificeerd voor het betreffende filter.
14-55 Uitgangfilter	[2] Sinusfilter vast

Tabel 6.25 Parameterinstellingen bij gebruik van sinusfilter

## 6.2.9 dU/dt-filters

Nominale waarden frequentieomvormer [V]										Nominale filterstroom [V]				Bestelnummer		
200-240		380-440		441-500		525-550		551-690		380 bij 60 Hz 200-400/ 440 bij 50 Hz	460/480 bij 60 Hz 500/525 bij 50 Hz	575/600 bij 60 Hz	690 bij 50 Hz	IP00	IP20	IP54
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]			
3	12,5	5,5	13	5,5	11	5,5	9,5	1,1	1,6	17	15	13	10	n.v.t.	130B7367 <sup>1)</sup>	n.v.t.
3,7	16	7,5	16	7,5	14,5	7,5	11,5	1,5	2,2							
-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	3,2							
-	-	-	-	-	-	-	-	3	4,5							
-	-	-	-	-	-	-	-	4	5,5							
-	-	-	-	-	-	-	-	5,5	7,5							
-	-	-	-	-	-	-	-	7,5	10							
5,5	24,2	11	24	11	21	7,5	14	11	13	44	40	32	27	130B2835	130B2836*	130B2837
7,5	30,8	15	32	15	27	11	19	15	18							
-	-	18,5	37,5	18,5	34	15	23	18,5	22							
-	-	22	44	22	40	18,5	28	22	27							
11	46,2	30	61	30	52	30	43	30	34	90	80	58	54	130B2838	130B2839*	130B2840
15	59,4	37	73	37	65	37	54	37	41							
18,5	74,8	45	90	55	80	45	65	45	52							
22	88	-	-	-	-	-	-	-	-							
-	-	55	106	75	105	55	87	55	62	106	105	94	86	130B2841	130B2842*	130B2843
-	-	-	-	-	-	-	-	75	83							
30	115	75	147	90	130	75	113	90	108	177	160	131	108	130B2844	130B2845*	130B2846
37	143	90	177	-	-	90	137	-	-							
45	170	-	-	-	-	-	-	-	-							

Tabel 6.26 dU/dt-filters voor 200-690 V

1) Speciale A3-behuizingsgroottes die geschikt zijn voor paneelmontage en boekvormmontage. Aansluiting op frequentieomvormer via vaste afgeschermd kabel.

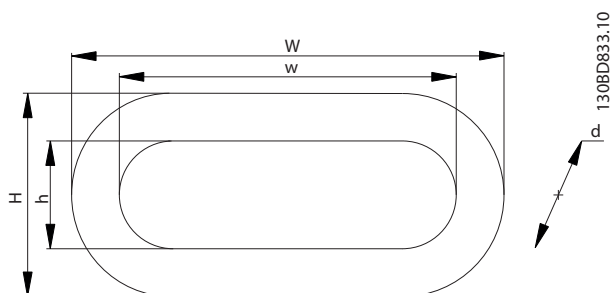
Parameter	Instelling
14-01 Schakelfrequentie	Het gebruik van een hogere bedrijfsschakelfrequentie dan is gespecificeerd voor het betreffende filter wordt niet aanbevolen.
14-55 Uitgangsfiler	[0] Geen filter
14-56 Capacitance Output Filter	Niet gebruikt
14-57 Inductance Output Filter	Niet gebruikt

Tabel 6.27 Parameterinstellingen bij gebruik van dU/dt-filter

## 6.2.10 Common-modefilters

Afmetingen behuizing	Bestelnummer	Kernafmeting					Gewicht [kg]
		W	w	H	h	d	
A en B	130B3257	60	43	40	25	22,3	0,25
C1	130B7679	82,8	57,5	45,5	20,6	33	
C2, C3, C4	130B3258	102	69	61	28	37	1,6
D	130B3259	189	143	126	80	37	2,45

Tabel 6.28 Common-modefilters, bestelnummers



Afbeelding 6.4 HF-CM-kern

## 7 Specificaties

### 7.1 Elektrische gegevens

#### 7.1.1 Netvoeding 1 x 200-240 V AC

Typeaanduiding	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P5K5	P7K5	P15K	P22K
Typisch asvermogen [kW]	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7	5,5	7,5	15	22
Typisch asvermogen bij 240 V [pk]	1,5	2,0	2,9	4,0	4,9	7,5	10	20	30
Beschermingsklasse IP 20/Chassis	A3	-	-	-	-	-	-	-	-
Beschermingsklasse IP 21/Type 1	-	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
Beschermingsklasse IP 55/Type 12	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
Beschermingsklasse IP 66/NEMA 4X	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
<b>Uitgangsstroom</b>									
Continu (3 x 200-240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7	24,2	30,8	59,4	88
Intermitterend (3 x 200-240 V) [A]	7,3	8,3	11,7	13,8	18,4	26,6	33,4	65,3	96,8
Continu kVA bij 208 V [kVA]	2,4	2,7	3,8	4,5	6,0	8,7	11,1	21,4	31,7
<b>Maximale ingangsstroom</b>									
Continu (1 x 200-240 V) [A]	12,5	15	20,5	24	32	46	59	111	172
Intermitterend (1 x 200-240 V) [A]	13,8	16,5	22,6	26,4	35,2	50,6	64,9	122,1	189,2
Maximale voorzekerings [A]	20	30	40	40	60	80	100	150	200
<b>Aanvullende specificaties</b>									
Maximale kabeldoorsnede (net, motor, rem) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	0,2-4 (4-10)					10 (7)	35 (2)	50 (1/0)	95 (4/0)
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netvoeding met netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (3)	50 (1/0)	2 x 50 (2 x 1/0) <sup>9,10)</sup>
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netvoeding zonder netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (3)	50 (1/0)	95 (4/0)
Nominale temperatuur kabelisolatie [°C]	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	44	30	44	60	74	110	150	300	440
Rendement <sup>5)</sup>	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

Tabel 7.1 Netvoeding 1 x 200-240 V AC, normale overbelasting 110% gedurende 1 minuut, P1K1-P22K

**7.1.2 Netvoeding 3 x 200-240 V AC**

Typeaanduiding	PK25		PK37		PK55		PK75	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>								
Typisch asvermogen [kW]	0,25		0,37		0,55		0,75	
Typisch asvermogen bij 208 V [pk]	0,34		0,5		0,75		1	
Beschermingsklasse IP 20/Chassis <sup>6)</sup> Beschermingsklasse IP 21/Type 1	A2		A2		A2		A2	
Beschermingsklasse IP 55/Type 12 Beschermingsklasse IP 66/NEMA 4X	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5	
<b>Uitgangsstroom</b>								
Continu (3 x 200-240 V) [A]	1,8		2,4		3,5		4,6	
Intermitterend (3 x 200-240 V) [A]	2,7	2,0	3,6	2,6	5,3	3,9	6,9	5,1
Continu kVA bij 208 V [kVA]	0,65		0,86		1,26		1,66	
<b>Maximale ingangsstroom</b>								
Continu (3 x 200-240 V) [A]	1,6		2,2		3,2		4,1	
Intermitterend (3 x 200-240 V) [A]	2,4	1,8	3,3	2,4	4,8	3,5	6,2	4,5
Maximale voorzekeringen [A]	10		10		10		10	
<b>Aanvullende specificaties</b>								
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, motor, rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))							
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)							
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	21		29		42		54	
Rendement <sup>5)</sup>	0,94		0,94		0,95		0,95	

**Tabel 7.2 Netvoeding 3 x 200-240 V AC, PK25-PK75**

Typeaanduiding	P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P3K7	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>										
Typisch asvermogen [kW]	1,1		1,5		2,2		3,0		3,7	
Typisch asvermogen bij 208 V [pk]	1,5		2		3		4		5	
Beschermingsklasse IP 20/Chassis <sup>6)</sup> Beschermingsklasse IP 21/Type 1	A2		A2		A2		A3		A3	
Beschermingsklasse IP 55/Type 12 Beschermingsklasse IP 66/NEMA 4X	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A5		A5	
<b>Uitgangsstroom</b>										
Continu (3 x 200-240 V) [A]	6,6		7,5		10,6		12,5		16,7	
Intermitterend (3 x 200-240 V) [A]	9,9	7,3	11,3	8,3	15,9	11,7	18,8	13,8	25	18,4
Continu kVA bij 208 V [kVA]	2,38		2,70		3,82		4,50		6,00	
<b>Maximale ingangsstroom</b>										
Continu (3 x 200-240 V) [A]	5,9		6,8		9,5		11,3		15,0	
Intermitterend (3 x 200-240 V) [A]	8,9	6,5	10,2	7,5	14,3	10,5	17,0	12,4	22,5	16,5
Maximale voorzekeringen [A]	20		20		20		32		32	
<b>Aanvullende specificaties</b>										
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, motor, rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))									
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	63		82		116		155		185	
Rendement <sup>5)</sup>	0,96		0,96		0,96		0,96		0,96	

**Tabel 7.3 Netvoeding 3 x 200-240 V AC, P1K1-P3K7**



Typeaanduiding	P5K5		P7K5		P11K		P15K	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen [kW]	3,7	5,5	5,5	7,5	7,5	11	11	15
Typisch asvermogen bij 208 V [pk]	5,0	7,5	7,5	10	10	15	15	20
IP 20/Chassis <sup>7)</sup>	B3		B3		B3		B4	
Beschermingsklasse IP 21/Type 1	B1		B1		B1		B2	
Beschermingsklasse IP 55/Type 12								
Beschermingsklasse IP 66/NEMA 4X								
<b>Uitgangsstroom</b>								
Continu (3 x 200-240 V) [A]	16,7	24,2	24,2	30,8	30,8	46,2	46,2	59,4
Intermitterend (3 x 200-240 V) [A]	26,7	26,6	38,7	33,9	49,3	50,8	73,9	65,3
Continu kVA bij 208 V [kVA]	6,0	8,7	8,7	11,1	11,1	16,6	16,6	21,4
<b>Maximale ingangsstroom</b>								
Continu (3 x 200-240 V) [A]	15,0	22,0	22,0	28,0	28,0	42,0	42,0	54,0
Intermitterend (3 x 200-240 V) [A]	24,0	24,2	35,2	30,8	44,8	46,2	67,2	59,4
Maximale voorzekerings [A]	63		63		63		80	
<b>Aanvullende specificaties</b>								
Beschermingsklasse IP 20, maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, rem, motor en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		35, -, - (2, -, -)	
Beschermingsklasse IP 21, maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35, -, - (2, -, -)	
Beschermingsklasse IP 21, maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)						35 (2)	
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	239	310	239	310	371	514	463	602
Rendement <sup>5)</sup>	0,96		0,96		0,96		0,96	

**Tabel 7.4 Netvoeding 3 x 200-240 V AC, P5K5-P15K**

<b>Typeaanduiding</b>	<b>P18K</b>		<b>P22K</b>		<b>P30K</b>		<b>P37K</b>		<b>P45K</b>	
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen [kW]	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37	37	45
Typisch asvermogen bij 208 V [pk]	20	25	25	30	30	40	40	50	50	60
Beschermingsklasse IP 20/Chassis <sup>7)</sup>	B4		C3		C3		C4		C4	
Beschermingsklasse IP 21/Type 1	C1		C1		C1		C2		C2	
Beschermingsklasse IP 55/Type 12										
Beschermingsklasse IP 66/NEMA 4X										
<b>Uitgangsstroom</b>										
Continu (3 x 200-240 V) [A]	59,4	74,8	74,8	88,0	88,0	115	115	143	143	170
Intermitterend (3 x 200-240 V) [A]	89,1	82,3	112	96,8	132	127	173	157	215	187
Continu kVA bij 208 V [kVA]	21,4	26,9	26,9	31,7	31,7	41,4	41,4	51,5	51,5	61,2
<b>Maximale ingangsstroom</b>										
Continu (3 x 200-240 V) [A]	54,0	68,0	68,0	80,0	80,0	104	104	130	130	154,0
Intermitterend (3 x 200-240 V) [A]	81,0	74,8	102	88,0	120	114	156	143	195	169,0
Maximale voorzekeringen [A]	125		125		160		200		250	
<b>Aanvullende specificaties</b>										
Beschermingsklasse IP 20, maximale kabeldoorsnede voor net, rem, motor en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Beschermingsklasse IP 21, IP 55, IP 66, maximale kabeldoorsnede voor net en motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Beschermingsklasse IP 21, IP 55, IP 66, maximale kabeldoorsnede voor rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])			50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
Rendement <sup>5)</sup>	0,96		0,97		0,97		0,97		0,97	

**Tabel 7.5 Netvoeding 3 x 200-240 V AC, P18K-P45K**

## 7.1.3 Netvoeding 1 x 380-480 V AC

Typeaanduiding	P7K5	P11K	P18K	P37K
Typisch asvermogen [kW]	7,5	11	18,5	37
Typisch asvermogen bij 240 V [pk]	10	15	25	50
Beschermingsklasse IP 21/Type 1	B1	B2	C1	C2
Beschermingsklasse IP 55/Type 12	B1	B2	C1	C2
Beschermingsklasse IP 66/NEMA 4X	B1	B2	C1	C2
<b>Uitgangsstroom</b>				
Continu (3 x 380-440 V) [A]	16	24	37,5	73
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	17,6	26,4	41,2	80,3
Continu (3 x 441-480 V) [A]	14,5	21	34	65
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	15,4	23,1	37,4	71,5
Continu kVA bij 400 V [kVA]	11,0	16,6	26	50,6
Continu kVA bij 460 V [kVA]	11,6	16,7	27,1	51,8
<b>Maximale ingangsstroom</b>				
Continu (1 x 380-440 V) [A]	33	48	78	151
Intermitterend (1 x 380-440 V) [A]	36	53	85,5	166
Continu (1 x 441-480 V) [A]	30	41	72	135
Intermitterend (1 x 441-480 V) [A]	33	46	79,2	148
Maximale voorzekeringen [A]	63	80	160	250
<b>Aanvullende specificaties</b>				
Maximale kabeldoorsnede voor net, motor en rem [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10 (7)	35 (2)	50 (1/0)	120 (4/0)
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	300	440	740	1480
Rendement <sup>5)</sup>	0,96	0,96	0,96	0,96

7

Tabel 7.6 Netvoeding 1 x 380-480 V AC, normale overbelasting 110% gedurende 1 minuut, P7K5-P37K

## 7.1.4 Netvoeding 3 x 380-480 V AC

Typeaanduiding	PK37		PK55		PK75		P1K1		P1K5	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>										
Typisch asvermogen [kW]	0,37		0,55		0,75		1,1		1,5	
Typisch asvermogen bij 460 V [pk]	0,5		0,75		1,0		1,5		2,0	
Beschermingsklasse IP 20/Chassis <sup>6)</sup>	A2		A2		A2		A2		A2	
Beschermingsklasse IP 55/Type 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5	
Beschermingsklasse IP 66/NEMA 4X										
<b>Uitgangsstroom</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,3		1,8		2,4		3,0		4,1	
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	2,0	1,4	2,7	2,0	3,6	2,6	4,5	3,3	6,2	4,5
Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,2		1,6		2,1		2,7		3,4	
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	1,8	1,3	2,4	1,8	3,2	2,3	4,1	3,0	5,1	3,7
Continu kVA bij 400 V [kVA]	0,9		1,3		1,7		2,1		2,8	
Continu kVA bij 460 V [kVA]	0,9		1,3		1,7		2,4		2,7	
<b>Maximale ingangsstroom</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,2		1,6		2,2		2,7		3,7	
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	1,8	1,3	2,4	1,8	3,3	2,4	4,1	3,0	5,6	4,1
Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,0		1,4		1,9		2,7		3,1	
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	1,5	1,1	2,1	1,5	2,9	2,1	4,1	3,0	4,7	3,4
Maximale voorzekerings [A]	10		10		10		10		10	
<b>Aanvullende specificaties</b>										
Beschermingsklasse IP 20, IP 21, maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, motor, rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))									
Beschermingsklasse IP 55, IP 66, maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, motor, rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)									
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	35		42		46		58		62	
Rendement <sup>5)</sup>	0,93		0,95		0,96		0,96		0,97	

Tabel 7.7 Netvoeding 3 x 380-480 V AC, PK37-P1K5

Typeaanduiding	P2K2		P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>										
Typisch asvermogen [kW]	2,2		3,0		4,0		5,5		7,5	
Typisch asvermogen bij 460 V [pk]	2,9		4,0		5,3		7,5		10	
Beschermingsklasse IP 20/Chassis <sup>6)</sup>	A2		A2		A2		A3		A3	
Beschermingsklasse IP 55/Type 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A5		A5	
Beschermingsklasse IP 66/NEMA 4X										
<b>Uitgangsstroom</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	5,6		7,2		10		13		16	
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	8,4	6,2	10,8	7,9	15,0	11,0	19,5	14,3	24,0	17,6
Continu (3 x 441-480 V) [A]	4,8		6,3		8,2		11		14,5	
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	7,2	5,3	9,5	6,9	12,3	9,0	16,5	12,1	21,8	16,0
Continu kVA bij 400 V [kVA]	3,9		5,0		6,9		9,0		11,0	
Continu kVA bij 460 V [kVA]	3,8		5,0		6,5		8,8		11,6	
<b>Maximale ingangsstroom</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	5,0		6,5		9,0		11,7		14,4	
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	7,5	5,5	9,8	7,2	13,5	9,9	17,6	12,9	21,6	15,8
Continu (3 x 441-480 V) [A]	4,3		5,7		7,4		9,9		13,0	
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	6,5	4,7	8,6	6,3	11,1	8,1	14,9	10,9	19,5	14,3
Maximale voorzekerings [A]	20		20		20		30		30	
<b>Aanvullende specificaties</b>										
Beschermingsklasse IP 20, IP 21, maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, motor, rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))									
Beschermingsklasse IP 55, IP 66, maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, motor, rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)									
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	88		116		124		187		225	
Rendement <sup>5)</sup>	0,97		0,97		0,97		0,97		0,97	

**7**
**Tabel 7.8 Netvoeding 3 x 380-480 V AC, P2K2-P7K5**

Typeaanduiding	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	22,0	22,0	22,0	30
Typisch asvermogen bij 460 V [pk]	10	15	15	20	20	25	30	30	30	40
Beschermingsklasse IP 20/Chassis <sup>7)</sup>	B3		B3		B3		B4			B4
Beschermingsklasse IP 21/Type 1	B1		B1		B1		B2		B2	
Beschermingsklasse IP 55/Type 12	B1		B1		B1		B2		B2	
Beschermingsklasse IP 66/NEMA 4X	B1		B1		B1		B2		B2	
<b>Uitgangsstroom</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	-	24	24	32	32	37,5	37,5	44	44	61
Intermitterend (60 s overbelasting) (3 x 380-440 V) [A]	-	26,4	38,4	35,2	51,2	41,3	60	48,4	70,4	67,1
Continu (3 x 441-480 V) [A]	-	21	21	27	27	34	34	40	40	52
Intermitterend (60 s overbelasting) (3 x 441-480 V) [A]	-	23,1	33,6	29,7	43,2	37,4	54,4	44	64	61,6
Continu kVA bij 400 V [kVA]	-	16,6	16,6	22,2	22,2	26	26	30,5	30,5	42,3
Continu kVA bij 460 V [kVA]	-	16,7	16,7	21,5	21,5	27,1	27,1	31,9	31,9	41,4
<b>Maximale ingangsstroom</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	-	22	22	29	29	34	34	40	40	55
Intermitterend (60 s overbelasting) (3 x 380-440 V) [A]	-	24,2	35,2	31,9	46,4	37,4	54,4	44	64	60,5
Continu (3 x 441-480 V) [A]	-	19	19	25	25	31	31	36	36	47
Intermitterend (60 s overbelasting) (3 x 441-480 V) [A]	-	20,9	30,4	27,5	40	34,1	49,6	39,6	57,6	51,7
Maximale voorzekerings [A]	-	63		63		63		63		80
<b>Aanvullende specificaties</b>										
Beschermingsklasse IP 21, IP 55, IP 66, maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)						35, -, - (2, -, -)			
Beschermingsklasse IP 21, IP 55, IP 66, maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35, 25, 25 (2, 4, 4)			
Beschermingsklasse IP 20, maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, motor en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35, -, - (2, -, -)			
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)									
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	291	392	291	392	379	465	444	525	547	739
Rendement <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

**Tabel 7.9 Netvoeding 3 x 380-480 V AC, P11K-P30K**

Typeaanduiding	P37K		P45K		P55K		P75K		P90K	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Typisch asvermogen bij 460 V [pk]	40	50	50	60	60	75	75	100	100	125
Beschermingsklasse IP 20/Chassis <sup>6)</sup>	B4		C3		C3		C4		C4	
Beschermingsklasse IP 21/Type 1	C1		C1		C1		C2		C2	
Beschermingsklasse IP 55/Type 12	C1		C1		C1		C2		C2	
Beschermingsklasse IP 66/NEMA 4X	C1		C1		C1		C2		C2	
<b>Uitgangsstroom</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
Intermitterend (60 s overbelasting) (3 x 380-440 V) [A]	91,5	80,3	110	99	135	117	159	162	221	195
Continu (3 x 441-480 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
Intermitterend (60 s overbelasting) (3 x 441-480 V) [A]	78	71,5	97,5	88	120	116	158	143	195	176
Continu kVA bij 400 V [kVA]	42,3	50,6	50,6	62,4	62,4	73,4	73,4	102	102	123
Continu kVA bij 460 V [kVA]	41,4	51,8	51,8	63,7	63,7	83,7	83,7	104	103,6	128
<b>Maximale ingangsstroom</b>										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
Intermitterend (60 s overbelasting) (3 x 380-440 V) [A]	82,5	72,6	99	90,2	123	106	144	146	200	177
Continu (3 x 441-480 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
Intermitterend (60 s overbelasting) (3 x 441-480 V) [A]	70,5	64,9	88,5	80,3	110	105	143	130	177	160
Maximale voorzekerings [A]	100		125		160		250		250	
<b>Aanvullende specificaties</b>										
Beschermingsklasse IP 20, maximale kabeldoorsnede voor net en motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Beschermingsklasse IP 20, maximale kabeldoorsnede voor rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
Beschermingsklasse IP 21, IP 55, IP 66, maximale kabeldoorsnede voor net en motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Beschermingsklasse IP 21, IP 55, IP 66, maximale kabeldoorsnede voor rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])			50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
Rendement <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,99	

**7**
**Tabel 7.10 Netvoeding 3 x 380-480 V AC, P37K-P90K**

**7.1.5 Netvoeding 3 x 525-600 V AC**

Typeaanduiding	PK75		P1K1		P1K5		P2K2	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>								
Typisch asvermogen [kW]	0,75		1,1		1,5		2,2	
Typisch asvermogen [pk]	1		1,5		2		3	
Beschermingsklasse IP 20/Chassis	A3		A3		A3		A3	
Beschermingsklasse IP 21/Type 1	A3		A3		A3		A3	
Beschermingsklasse IP 55/Type 12	A5		A5		A5		A5	
<b>Uitgangsstroom</b>								
Continu (3 x 525-550 V) [A]	1,8		2,6		2,9		4,1	
Intermitterend (3 x 525-550 V) [A]	2,7	2,0	3,9	2,9	4,4	3,2	6,2	4,5
Continu (3 x 551-600 V) [A]	1,7		2,4		2,7		3,9	
Intermitterend (3 x 551-600 V) [A]	2,6	1,9	3,6	2,6	4,1	3,0	5,9	4,3
Continu kVA bij 550 V [kVA]	1,7		2,5		2,8		3,9	
Continu kVA bij 550 V [kVA]	1,7		2,4		2,7		3,9	
<b>Maximale ingangsstroom</b>								
Continu (3 x 525-600 V) [A]	1,7		2,4		2,7		4,1	
Intermitterend (3 x 525-600 V) [A]	2,6	1,9	3,6	2,6	4,1	3,0	6,2	4,5
Maximale voorzekerings [A]	10		10		10		20	
<b>Aanvullende specificaties</b>								
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, motor, rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] (IAWG)	4,4,4 (12,12,12) (minimum 0,2 (24))							
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] (IAWG)	6,4,4 (10,12,12)							
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	35		50		65		92	
Rendement <sup>5)</sup>	0,97		0,97		0,97		0,97	

**Tabel 7.11 Netvoeding 3 x 525-600 V AC, PK75-P2K2**



Typeaanduiding	P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen [kW]	3,0		4,0		5,5		7,5	
Typisch asvermogen [pk]	4		5		7,5		10	
Beschermingsklasse IP 20/Chassis Beschermingsklasse IP 21/Type 1	A2		A2		A3		A3	
IP 55/Type 12	A5		A5		A5		A5	
<b>Uitgangsstroom</b>								
Continu (3 x 525-550 V) [A]	5,2		6,4		9,5		11,5	
Intermitterend (3 x 525-550 V) [A]	7,8	5,7	9,6	7,0	14,3	10,5	17,3	12,7
Continu (3 x 551-600 V) [A]	4,9		6,1		9,0		11,0	
Intermitterend (3 x 551-600 V) [A]	7,4	5,4	9,2	6,7	13,5	9,9	16,5	12,1
Continu kVA bij 550 V [kVA]	5,0		6,1		9,0		11,0	
Continu kVA bij 550 V [kVA]	4,9		6,1		9,0		11,0	
<b>Maximale ingangsstroom</b>								
Continu (3 x 525-600 V) [A]	5,2		5,8		8,6		10,4	
Intermitterend (3 x 525-600 V) [A]	7,8	5,7	8,7	6,4	12,9	9,5	15,6	11,4
Maximale voorzekeringen [A]	20		20		32		32	
<b>Aanvullende specificaties</b>								
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, motor, rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (minimum 0,2 (24))							
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	122		145		195		261	
Rendement <sup>5)</sup>	0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabel 7.12 Netvoeding 3 x 525-600 V AC, P3K0-P7K5

Typeaanduiding	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>												
Typisch asvermogen [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37
Typisch asvermogen [pk]	10	15	15	20	20	25	25	30	30	40	40	50
Beschermingsklasse IP 20/ Chassis	B3		B3		B3		B4		B4		B4	
Beschermingsklasse IP 21/ Type 1 Beschermingsklasse IP 55/ Type 12 Beschermingsklasse IP 66/ NEMA 4X	B1		B1		B1		B2		B2		C1	
<b>Uitgangsstroom</b>												
Continu (3 x 525-550 V) [A]	11,5	19	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54
Intermitterend (3 x 525-550 V) [A]	18,4	21	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59
Continu (3 x 551-600 V) [A]	11	18	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52
Intermitterend (3 x 551-600 V) [A]	17,6	20	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57
Continu kVA bij 550 V [kVA]	11	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3	34,3	41,0	41,0	51,4
Continu kVA bij 575 V [kVA]	11	17,9	17,9	21,9	21,9	26,9	26,9	33,9	33,9	40,8	40,8	51,8
<b>Maximale ingangsstroom</b>												
Continu bij 550 V [A]	10,4	17,2	17,2	20,9	20,9	25,4	25,4	32,7	32,7	39	39	49
Intermitterend bij 550 V [A]	16,6	19	28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
Continu bij 575 V [A]	9,8	16	16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
Intermitterend bij 575 V [A]	15,5	17,6	26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
Maximale voorzekerings [A]	40		40		50		60		80		100	
<b>Aanvullende specificaties</b>												
Beschermingsklasse IP 20, maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, rem, motor en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)					35,-,- (2,-,-)						
Beschermingsklasse IP 21, IP 55, IP 66, maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)					35,-,- (2,-,-)						
Beschermingsklasse IP 21, IP 55, IP 66, maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)					35, 25, 25 (2, 4, 4)						
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)					50, 35, 35 (1, 2, 2)						

Typeaanduiding	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	220	300	220	300	300	370	370	440	440	600	600	740
Rendement <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

**Tabel 7.13 Netvoeding 3 x 525-600 V AC, P11K-P37K**

Typeaanduiding	P45K		P55K		P75K		P90K	
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
Typisch asvermogen [pk]	50	60	60	75	75	100	100	125
Beschermingsklasse IP 20/Chassis	C3		C3		C4		C4	
Beschermingsklasse IP 21/Type 1 Beschermingsklasse IP 55/Type 12 Beschermingsklasse IP 66/NEMA 4X	C1		C1		C2		C2	
<b>Uitgangsstroom</b>								
Continu (3 x 525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
Intermitterend (3 x 525-550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
Continu (3 x 525-600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
Intermitterend (3 x 525-600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
Continu kVA bij 525 V [kVA]	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100	100,0	130,5
Continu kVA bij 575 V [kVA]	51,8	61,7	61,7	82,7	82,7	99,6	99,6	130,5
<b>Maximale ingangsstroom</b>								
Continu bij 550 V [A]	49	59	59	78,9	78,9	95,3	95,3	124,3
Intermitterend bij 550 V [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
Continu bij 575 V [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
Intermitterend bij 575 V [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
Maximale voorzekerings [A]	150		160		225		250	
<b>Aanvullende specificaties</b>								
Beschermingsklasse IP 20, maximale kabeldoorsnede voor net en motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
Beschermingsklasse IP 20, maximale kabeldoorsnede voor rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Beschermingsklasse IP 21, IP 55, IP 66, maximale kabeldoorsnede voor net en motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
Beschermingsklasse IP 21, IP 55, IP 66, maximale kabeldoorsnede voor rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Rendement <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	

**Tabel 7.14 Netvoeding 3 x 525-600 V AC, P45K-P90K**

## 7.1.6 Netvoeding 3 x 525-690 V AC

Typeaanduiding	P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>														
Typisch asvermogen [kW]	1,1		1,5		2,2		3,0		4,0		5,5		7,5	
Typisch asvermogen [pk]	1,5		2		3		4		5		7,5		10	
Beschermingsklasse IP 20/Chassis	A3		A3		A3		A3		A3		A3		A3	
<b>Uitgangsstroom</b>														
Continu (3 x 525-550 V) [A]	2,1		2,7		3,9		4,9		6,1		9,0		11,0	
Intermitterend (3 x 525-550 V) [A]	3,2	2,3	4,1	3,0	5,9	4,3	7,4	5,4	9,2	6,7	13,5	9,9	16,5	12,1
Continu (3 x 551-690 V) [A]	1,6		2,2		3,2		4,5		5,5		7,5		10,0	
Intermitterend (3 x 551-690 V) [A]	2,4	1,8	3,3	2,4	4,8	3,5	6,8	5,0	8,3	6,1	11,3	8,3	15,0	11,0
Continu kVA bij 525 V [kVA]	1,9		2,5		3,5		4,5		5,5		8,2		10,0	
Continu kVA bij 690 V [kVA]	1,9		2,6		3,8		5,4		6,6		9,0		12,0	
<b>Maximale ingangsstroom</b>														
Continu (3 x 525-550 V) [A]	1,9		2,4		3,5		4,4		5,5		8,1		9,9	
Intermitterend (3 x 525-550 V) [A]	2,9	2,1	3,6	2,6	5,3	3,9	6,6	4,8	8,3	6,1	12,2	8,9	14,9	10,9
Continu (3 x 551-690 V) [A]	1,4		2,0		2,9		4,0		4,9		6,7		9,0	
Intermitterend (3 x 551-690 V) [A]	2,1	1,5	3,0	2,2	4,4	3,2	6,0	4,4	7,4	5,4	10,1	7,4	13,5	9,9
<b>Aanvullende specificaties</b>														
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, motor, rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (minimum 0,2 (24))													
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)													
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	44		60		88		120		160		220		300	
Rendement <sup>5)</sup>	0,96		0,96		0,96		0,96		0,96		0,96		0,96	

Tabel 7.15 Behuizing A3, netvoeding 3 x 525-690 V AC IP 20/beschermd chassis, P1K1-P7K5

Typeaanduiding	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen bij 550 V [kW]	5,9	7,5	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22
Typisch asvermogen bij 550 V [pk]	7,5	10	10	15	15	20	20	25	25	30
Typisch asvermogen bij 690 V [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30
Typisch asvermogen bij 690 V [pk]	10	15	15	20	20	25	25	30	30	40
Beschermingsklasse IP 20/Chassis	B4		B4		B4		B4		B4	
Beschermingsklasse IP 21/Type 1										
Beschermingsklasse IP 55/Type 12	B2		B2		B2		B2		B2	
<b>Uitgangsstroom</b>										
Continu (3 x 525-550 V) [A]	11	14	14,0	19,0	19,0	23,0	23,0	28,0	28,0	36,0
Intermitterend (60 s overbelasting) (3 x 525-550 V) [A]	17,6	15,4	22,4	20,9	30,4	25,3	36,8	30,8	44,8	39,6
Continu (3 x 551-690 V) [A]	10	13	13,0	18,0	18,0	22,0	22,0	27,0	27,0	34,0
Intermitterend (60 s overbelasting) (3 x 551-690 V) [A]	16	14,3	20,8	19,8	28,8	24,2	35,2	29,7	43,2	37,4
Continu kVA bij 550 V [kVA]	10	13,3	13,3	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3
Continu kVA bij 690 V [kVA]	12	15,5	15,5	21,5	21,5	26,3	26,3	32,3	32,3	40,6
<b>Maximale ingangsstroom</b>										
Continu bij 550 V [A]	9,9	15	15,0	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermitterend (60 s overbelasting) bij 550 V [A]	15,8	16,5	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Continu bij 690 V [A]	9	14,5	14,5	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermitterend (60 s overbelasting) bij 690 V [A]	14,4	16	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
<b>Aanvullende specificaties</b>										
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor net, motor, rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35, 25, 25 (2, 4, 4)									
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16,10,10 (6, 8, 8)									
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	150	220	150	220	220	300	300	370	370	440
Rendement <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 7.16 Behuizing B2/B4, netvoeding 3 x 525-690 V AC IP 20/IP 21/IP 55, Chassis/NEMA 1/NEMA 12, P11K-P22K

Typeaanduiding	P37K		P45K		P55K		P75K/N75K <sup>8)</sup>		P90K/N90K <sup>8)</sup>	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hoge/normale overbelasting <sup>1)</sup>										
Typisch asvermogen bij 550 V [kW]	22	30	30	37	37	45	45	55	55	75
Typisch asvermogen bij 550 V [pk]	30	40	40	50	50	60	60	75	75	100
Typisch asvermogen bij 690 V [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Typisch asvermogen bij 690 V [pk]	40	50	50	60	60	75	75	100	199	125
Beschermingsklasse IP 20/Chassis	B4		C3		C3		D3h		D3h	
Beschermingsklasse IP 21/Type 1										
Beschermingsklasse IP 55/Type 12	C2		C2		C2		C2		C2	
<b>Uitgangsstroom</b>										
Continu (3 x 525-550 V) [A]	36,0	43,0	43,0	54,0	54,0	65,0	65,0	87,0	87,0	105
Intermitterend (60 s overbelasting) (3 x 525-550 V) [A]	54,0	47,3	64,5	59,4	81,0	71,5	97,5	95,7	130,5	115,5
Continu (3 x 551-690 V) [A]	34,0	41,0	41,0	52,0	52,0	62,0	62,0	83,0	83,0	100
Intermitterend (60 s overbelasting) (3 x 551-690 V) [A]	51,0	45,1	61,5	57,2	78,0	68,2	93,0	91,3	124,5	110
Continu kVA bij 550 V [kVA]	34,3	41,0	41,0	51,4	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100
Continu kVA bij 690 V [kVA]	40,6	49,0	49,0	62,1	62,1	74,1	74,1	99,2	99,2	119,5
<b>Maximale ingangsstroom</b>										
Continu bij 550 V [A]	36,0	49,0	49,0	59,0	59,0	71,0	71,0	87,0	87,0	99,0
Intermitterend (60 s overbelasting) bij 550 V [A]	54,0	53,9	72,0	64,9	87,0	78,1	105,0	95,7	129	108,9
Continu bij 690 V [A]	36,0	48,0	48,0	58,0	58,0	70,0	70,0	86,0	-	-
Intermitterend (60 s overbelasting) bij 690 V [A]	54,0	52,8	72,0	63,8	87,0	77,0	105	94,6	-	-
<b>Aanvullende specificaties</b>										
Maximale kabeldoorsnede voor net en motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	150 (300 MCM)									
Maximale kabeldoorsnede voor rem en loadsharing [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	95 (3/0)									
Maximale kabeldoorsnede <sup>2)</sup> voor netschakelaar [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	95 (3/0)						185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)		-	
Geschat vermogensverlies <sup>3)</sup> bij nominale maximumbelasting [W] <sup>4)</sup>	600	740	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Rendement <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

**Tabel 7.17 Behuizing B4, C2, C3, netvoeding 3 x 525-690 V AC IP 20/IP 21/IP 55, Chassis/NEMA 1/NEMA 12, P30K-P75K**

Zie hoofdstuk 7.7 Zekeringen en circuitbreakers voor de juiste zekeringgroottes.

- 1) Hoge overbelasting = koppel van 150% of 160% gedurende 60 s. Normale overbelasting = koppel van 110% gedurende 60 s.
- 2) De 3 waarden voor de maximale kabeldoorsnede gelden respectievelijk voor eenaderige draad, buigzame draad en buigzame draad met kabelmof.
- 3) Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieomvormer. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen overeenkomstig EN 50598-2 vindt u op [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency).
- 4) Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 7.4 Omgevingscondities voor energierendementsklassen. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belasting vindt u op [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency).
- 5) Gemeten met een afgeschermd motorkabel van 5 m bij een nominale belasting en een nominale frequentie.
- 6) Behuizingsgrootte A2+A3 kunnen met behulp van een conversieset worden geconverteerd naar IP 21. Zie ook hoofdstuk 3.6 Mechanische planning.
- 7) Behuizingsgrootte B3+B4 en C3+C4 kunnen met behulp van een conversieset worden geconverteerd naar IP 21. Zie ook hoofdstuk 3.6 Mechanische planning.
- 8) De behuizingsgrootte voor N75K, N90K is D3h voor IP 20/Chassis en D5h voor IP 54/Type 12.
- 9) Er zijn 2 draden vereist.
- 10) Uitvoering niet beschikbaar in IP 21.

## 7.2 Netvoeding

### Netvoeding (L1, L2, L3)

Voedingsspanning	200-240 V $\pm$ 10%
Voedingsspanning	380-480 V $\pm$ 10%
Voedingsspanning	525-600 V $\pm$ 10%
Voedingsspanning	525-690 V $\pm$ 10%

*Lage netspanning/uitval van de netvoeding:*

*Bij een lage netspanning of uitval van de netvoeding blijft de frequentieomvormer in bedrijf totdat de tussenkringspanning daalt tot onder het minimale stopniveau. Dit ligt gewoonlijk 15% onder de minimale nominale voedingsspanning van de frequentieomvormer. Bij een netspanning van meer dan 10% onder de minimale nominale netspanning van de frequentieomvormer zijn inschakeling en een volledig koppel waarschijnlijk niet mogelijk.*

Netfrequentie	50/60 Hz +4/-6%
---------------	-----------------

*De voedingsspanning van de frequentieomvormer wordt getest overeenkomstig IEC 61000-4-28, 50 Hz +4/-6%.*

Maximale tijdelijke onbalans tussen netfasen	3,0% van de nominale netspanning
Werkelijke arbeidsfactor ( $\lambda$ )	$\geq 0,9$ nominaal bij nominale belasting
Verschuivingsfactor ( $\cos \varphi$ ) dicht bij 1	(> 0,98)
Schakelen aan de netingang L1, L2, L3 (inschakelingen) $\leq 7,5$ kW	maximaal 2 keer/min
Schakelen aan netingang L1, L2, L3 (inschakelingen) 11-90 kW	maximaal 1 keer/min
Omgeving volgens EN 60664-1	overspanningscategorie III/verontreinigingsgraad 2

*De eenheid is geschikt voor gebruik in een circuit dat maximaal 100.000  $A_{rms}$  symmetrisch en 240/480/600/690 V kan leveren.*

## 7.3 Uitgangsvermogen van de motor en motorgegevens

### Uitgangsvermogen van de motor (U, V, W)

Uitgangsspanning	0-100% van de voedingsspanning
Uitgangsfrequentie	0-590 Hz <sup>1)</sup>
Schakelen aan de uitgang	Onbeperkt
Aan- en uitlooptijden	1-3600 s

*1) Afhankelijk van vermogensklasse*

### Koppelkarakteristieken, normale overbelasting

Startkoppel (constant koppel)	maximaal 110% gedurende 1 min, 1 keer/10 min <sup>2)</sup>
Overbelastingskoppel (constant koppel)	maximaal 110% gedurende 1 min, 1 keer/10 min <sup>2)</sup>

### Koppelkarakteristieken, hoge overbelasting

Startkoppel (constant koppel)	maximaal 150/160% gedurende 1 min, 1 keer/10 min <sup>2)</sup>
Overbelastingskoppel (constant koppel)	maximaal 150/160% gedurende 1 min, 1 keer/10 min <sup>2)</sup>

*2) Percentage heeft betrekking op het nominale koppel van de motor, afhankelijk van de vermogensklasse.*

## 7.4 Omgevingscondities

### Omgeving

Behuizingsgrootte A, beschermingsklasse	IP 20/Chassis, IP 21/Type 1, IP 55/Type 12, IP 66/Type 4X
Behuizingsgrootte B1/B2, beschermingsklasse	IP 21/Type 1, IP 55/Type 12, IP 66/Type 4X
Behuizingsgrootte B3/B4, beschermingsklasse	IP 20/Chassis
Behuizingsgrootte C1/C2, beschermingsklasse	IP 21/Type 1, IP 55/Type 12, IP 66/Type 4X
Behuizingsgrootte C3/C4, beschermingsklasse	IP 20/Chassis
Behuizingsset leverbaar ≤ behuizingsgrootte A	IP 21/Type 1/IP 4X boven
Triltest behuizing A/B/C	1,0 g
Max. relatieve vochtigheid	5-95% (IEC 721-3-3; klasse 3K3 (zonder condensvorming) tijdens bedrijf)
Agressieve omgeving (IEC 721-3-3), ongecoat	klasse 3C2
Agressieve omgeving (IEC 721-3-3), gecoat	klasse 3C3
Testmethode overeenkomstig IEC 60068-2-43 H2S (10 dagen)	
Omgevingstemperatuur	Maximaal 50 °C

*Reductie wegens hoge omgevingstemperatuur; zie hoofdstuk 5 Speciale omstandigheden.*

Minimale omgevingstemperatuur bij volledig bedrijf	0 °C
Minimale omgevingstemperatuur bij gereduceerd uitgangsvermogen	-10 °C
Temperatuur tijdens opslag/transport	-25 tot +65/70 °C
Maximumhoogte boven zeeniveau zonder reductie	1000 m
Maximumhoogte boven zeeniveau met reductie	3000 m

*Reductie wegens grote hoogte; zie hoofdstuk 5 Speciale omstandigheden.*

EMC-normen, emissie	EN 61800-3
EMC-normen, immuniteit	EN 61800-3
Energierendementsklasse <sup>1)</sup>	IE2

1) Bepaald overeenkomstig EN 50598 bij:

- nominale belasting;
- 90% van de nominale frequentie;
- fabrieksinstelling schakelfrequentie;
- fabrieksinstelling schakelpatroon.

## 7.5 Kabelspecificaties

Maximale lengte motorkabel, afgeschermd/gewapend	150 m
Maximale lengte motorkabel, niet-afgeschermd/niet-gewapend	300 m
Maximale kabeldoorsnede naar motor, net, loadsharing en rem <sup>1)</sup>	
Maximale kabeldoorsnede naar stuurklemmen, draad met massieve kern	1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2 x 0,75 mm <sup>2</sup> )
Maximale kabeldoorsnede naar stuurklemmen, buigzame kabel	1 mm <sup>2</sup> /18 AWG
Maximale kabeldoorsnede naar stuurklemmen, kabel met omsloten geleider	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
Minimale kabeldoorsnede naar stuurklemmen	0,25 mm <sup>2</sup>

1) Zie de tabellen in hoofdstuk 7.1 Elektrische gegevens met elektrische gegevens voor meer informatie.

Het is verplicht om de aansluiting op het net correct te aarden met behulp van klem 95 (PE) van de frequentieomvormer. De dwarsdoorsnede van de aardkabel moet minstens 10 mm<sup>2</sup> bedragen of bestaan uit 2 nominale netdraden die afzonderlijk op aarde zijn aangesloten overeenkomstig EN 50178. Zie ook hoofdstuk 3.2.8 Aardlekstroom. Gebruik niet-afgeschermd kabel.



## 7.5.1 Kabellengten voor parallelle aansluiting van meerdere motoren

Behuizings-groottes	Vermogensklasse [kW]	Spanning [V]	1 kabel [m]	2 kabels [m]	3 kabels [m]	4 kabels [m]
A1, A2, A4, A5	0,37-0,75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1,1-1,5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2,2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5,5-7,5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-75	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1,1-7,5	525-690	100	50	33	25
B4	11-30	525-690	150	75	50	37
C3	37-45	525-690	150	75	50	37

Tabel 7.18 Maximale kabellengte voor elke parallelle kabel<sup>1)</sup>

1) Zie hoofdstuk 3.4.6 Aansluiten van meerdere motoren voor meer informatie.

## 7.6 Sturingang/-uitgang en stuurgegevens

Stuurkaart, RS485 seriële communicatie

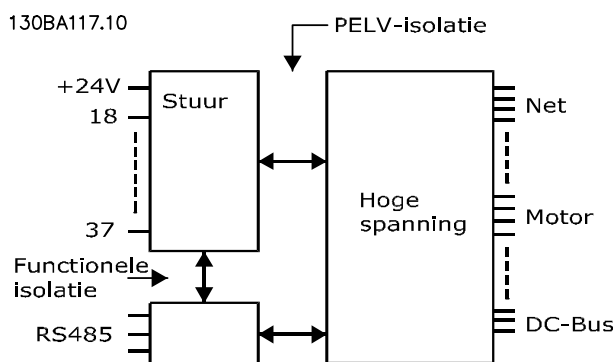
Klemnummer ..... 68 (PTX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)  
 Klemnummer 61 ..... gemeenschappelijk voor klem 68 en 69

*Het RS485 seriële-communicatiecircuit is functioneel gescheiden van andere centrale circuits en galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV).*

Analoge ingangen

Aantal analoge ingangen ..... 2  
 Klemnummer ..... 53, 54  
 Modi ..... Spanning of stroom  
 Modusselectie ..... Schakelaar S201 en schakelaar S202  
 Spanning ..... Schakelaar S201/schakelaar S202 = UIT (U)  
 Spanningsniveau ..... 0 tot +10 V (schaalbaar)  
 Ingangsweerstand,  $R_i$  ..... ongeveer 10 k $\Omega$   
 Max. spanning .....  $\pm 20$  V  
 Stroommodus ..... Schakelaar S201/schakelaar S202 = AAN (I)  
 Stroomniveau ..... 0/4 tot 20 mA (schaalbaar)  
 Ingangsweerstand,  $R_i$  ..... ongeveer 200  $\Omega$   
 Max. stroom ..... 30 mA  
 Resolutie voor analoge ingangen ..... 10 bit (+ teken)  
 Nauwkeurigheid van analoge ingangen ..... Max. fout 0,5% van volledige schaal  
 Bandbreedte ..... 200 Hz

*De analoge ingangen zijn galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV) en andere klemmen met hoge spanning.*



Afbeelding 7.1 PELV-isolatie van analoge ingangen

## Analoge uitgang

Aantal programmeerbare analoge uitgangen	1
Klemnummer	42
Stroombereik van analoge uitgang	0/4-20 mA
Max. weerstandsbelasting op frame bij analoge uitgang	500 Ω
Nauwkeurigheid van analoge uitgang	Max. fout: 0,8% van volledige schaal
Resolutie op analoge uitgang	8 bit

*De analoge uitgang is galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV) en andere klemmen met hoge spanning.*

## Digitale ingangen

Programmeerbare digitale ingangen	4 (6)
Klemnummer	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 32, 33,
Logica	PNP of NPN
Spanningsniveau	0-24 V DC
Spanningsniveau, logische 0 PNP	< 5 V DC
Spanningsniveau, logische 1 PNP	> 10 V DC
Spanningsniveau, logische 0 NPN	> 19 V DC
Spanningsniveau, logische 1 NPN	< 14 V DC
Maximale spanning op ingang	28 V DC
Ingangsweerstand, R <sub>i</sub>	ongeveer 4 kΩ

*Alle digitale ingangen zijn galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV) en andere klemmen met hoge spanning.*

*1) Klem 27 en 29 kunnen ook worden geprogrammeerd als uitgang.*

## Digitale uitgang

Programmeerbare digitale/pulsuitgangen	2
Klemnummer	27, 29 <sup>1)</sup>
Spanningsniveau bij digitale/frequentie-uitgang	0-24 V
Max. uitgangsstroom (sink of source)	40 mA
Max. belasting bij frequentie-uitgang	1 kΩ
Max. capacatieve belasting bij frequentie-uitgang	10 nF
Min. uitgangsfrequentie bij frequentie-uitgang	0 Hz
Max. uitgangsfrequentie bij frequentie-uitgang	32 kHz
Nauwkeurigheid van frequentie-uitgang	Max. fout: 0,1% van volledige schaal
Resolutie van frequentie-uitgangen	12 bit

*1) Klem 27 en 29 kunnen ook worden geprogrammeerd als ingang.*

*De digitale uitgang is galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV) en andere klemmen met hoge spanning.*

## Pulsingangen

Programmeerbare pulsingangen	2
Klemnummer puls	29, 33
Max. frequentie op klem 29, 33	110 kHz (push-pull)
Max. frequentie op klem 29, 33	5 kHz (open collector)

Min. frequentie op klem 29, 33	4 Hz
Spanningsniveau	Zie Digitale ingangen
Maximale spanning op ingang	28 V DC
Ingangsweerstand, R <sub>i</sub>	ongeveer 4 kΩ
Nauwkeurigheid van pulsingang (0,1-1 kHz)	Max. fout: 0,1% van volledige schaal

#### Stuurkaart, 24 V DC-uitgang

Klemnummer	12, 13
Maximale belasting	200 mA

*De 24 V DC-voeding is galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV), maar heeft dezelfde potentiaal als de analoge en digitale in- en uitgangen.*

#### Relaisuitgangen

Programmeerbare relaisuitgangen	2
<b>Relais 01 klemnummer</b>	1-3 (verbreek), 1-2 (maak)
Maximale klembelasting (AC-1) <sup>1)</sup> op 1-3 (NC), 1-2 (NO) (resistieve belasting)	240 V AC, 2 A
Maximale klembelasting (AC-15) <sup>1)</sup> (inductieve belasting bij cos φ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximale klembelasting (DC-1) <sup>1)</sup> op 1-2 (NO), 1-3 (NC) (resistieve belasting)	60 V DC, 1 A
Maximale klembelasting (DC-13) <sup>1)</sup> (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
<b>Relais 02 klemnummer</b>	4-6 (verbreek), 4-5 (maak)
Maximale klembelasting (AC-1) <sup>1)</sup> op 4-5 (NO) (resistieve belasting) <sup>2,3)</sup>	400 V AC, 2 A
Maximale klembelasting (AC-15) <sup>1)</sup> op 4-5 (NO) (inductieve belasting bij cos φ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximale klembelasting (DC-1) <sup>1)</sup> op 4-5 (NO) (resistieve belasting)	80 V DC, 2 A
Maximale klembelasting (DC-13) <sup>1)</sup> op 4-5 (NO) (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Maximale klembelasting (AC-1) <sup>1)</sup> op 4-6 (NC) (resistieve belasting)	240 V AC, 2 A
Maximale klembelasting (AC-15) <sup>1)</sup> op 4-6 (NC) (inductieve belasting bij cos φ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximale klembelasting (DC-1) <sup>1)</sup> op 4-6 (NC) (resistieve belasting)	50 V DC, 2 A
Maximale klembelasting (DC-13) <sup>1)</sup> op 4-6 (NC) (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Minimale klembelasting op 1-3 (NC), 1-2 (NO), 4-6 (NC), 4-5 (NO)	24 V DC, 10 mA, 24 V AC, 20 mA
Omgeving volgens EN 60664-1	overspanningscategorie III/verontreinigingsgraad 2

1) IEC 60947 deel 4 en 5.

*De relaiscontacten zijn galvanisch gescheiden van de rest van het circuit door middel van versterkte isolatie (PELV).*

2) Overspanningscategorie II.

3) UL-toepassingen 300 V AC 2 A.

#### Stuurkaart, 10 V DC-uitgang

Klemnummer	50
Uitgangsspanning	10,5 V ± 0,5 V
Maximale belasting	25 mA

*De 10 V DC-voeding is galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV) en andere klemmen met hoge spanning.*

#### Stuurkarakteristieken

Resolutie van uitgangsfrequentie bij 0-590 Hz	± 0,003 Hz
Systeemresponstijd (klem 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 2 ms
Bereik snelheidsregeling (zonder terugkoppeling)	1:100 van synchroon toerental
Nauwkeurigheid van toerental (zonder terugkoppeling)	30-4000 tpm: max. fout ± 8 tpm

*Alle stuurkarakteristieken zijn gebaseerd op een 4-polige asynchrone motor.*

#### Stuurkaartprestaties

Scaninterval	5 ms
--------------	------

#### Stuurkaart, seriële communicatie via USB

USB-standaard	1.1 (volledige snelheid)
USB-stekker	USB type B 'apparaat'-stekker

**⚠ VOORZICHTIG**

Aansluiting op de pc vindt plaats via een standaard USB-host/apparaatkabel.

De USB-aansluiting is galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV) en andere klemmen met hoge spanning. De USB-verbinding is niet galvanisch gescheiden van de veiligheidsaarde. Sluit alleen een geïsoleerde laptop/pc aan op de USB-poort van de frequentieomvormer of op een geïsoleerde USB-kabel/omzetter.

## 7.7 Zekeringen en circuitbreakers

Gebruik de aanbevolen zekeringen en/of circuitbreakers aan de voedingszijde. Deze bieden bescherming wanneer er een component in de frequentieomvormer defect raakt (eerste storing).

**LET OP**

Het gebruik van zekeringen aan de voedingszijde is verplicht voor installaties die moeten voldoen aan IEC 60364 (CE) en NEC 2009 (UL).

**Aanbevelingen:**

- Zekeringen van het type gG.
- Circuitbreakers van het Moeller-type. Zorg er bij gebruik van andere typen circuitbreakers voor dat de energie die naar de frequentieomvormer gaat, gelijk is aan of lager dan de energie die wordt geleverd door de Moeller-typen.

Het gebruik van de aanbevolen zekeringen en circuitbreakers zorgt ervoor dat eventuele schade aan de frequentieomvormer beperkt blijft tot schade in de eenheid. Zie de toepassingsnotitie *Fuses and Circuit Breakers* voor meer informatie.

Onderstaande zekeringen zijn geschikt voor gebruik in een circuit dat maximaal 100.000 A<sub>rms</sub> (symmetrisch) kan leveren, afhankelijk van de nominale spanning van de frequentieomvormer. Met de juiste zekeringen bedraagt de nominale kortsluitstroom (SCCR – Short Circuit Current Rating) van de frequentieomvormer 100.000 A<sub>rms</sub>.

## 7.7.1 CE-conformiteit

## 200-240 V, behuizingsgrootte A, B en C

Behuizing	Vermogen [kW]	Aanbevolen zekeringgrootte	Aanbevolen maximale zekering	Aanbevolen circuit-breaker Moeller	Maximaal uitschakelniveau [A]
A2	0,25-2,2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	3,0-3,7	gG-16 (3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0,25-2,2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0,25-3,7	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2-3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5,5-11	gG-25 (5,5) gG-32 (7,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	15	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	5,5-11	gG-25	gG-63	PKZM4-50	50
B4	15-18	gG-32 (7,5) gG-50 (11) gG-63 (15)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	18,5-30	gG-63 (15) gG-80 (18,5) gG-100 (22)	gG-160 (15-18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	160
C2	37-45	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250
C3	22-30	gG-80 (18,5) aR-125 (22)	gG-150 (18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	150
C4	37-45	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250

7

Tabel 7.19 200-240 V, behuizingsgrootte A, B en C

## 380-480 V, behuizingsgrootte A, B en C

Behuizing	Vermogen [kW]	Aanbevolen zekeringgrootte	Aanbevolen maximale zekering	Aanbevolen circuit-breaker Moeller	Maximaal uitschakelniveau [A]
A2	1,1-4,0	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5,5-7,5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
A4	1,1-4,0	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1,1-7,5	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4-7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18,5	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (18,5) gG-63 (22)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-18	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22-37	gG-50 (18,5) gG-63 (22) gG-80 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	75-90	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	45-55	gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-150 (37) gG-160 (45)	NZMB2-A200	150
C4	75-90	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabel 7.20 380-480 V, behuizingsgrootte A, B en C

## 525-600 V, behuizingsgrootte A, B en C

Behuizing	Vermogen [kW]	Aanbevolen zekeringgrootte	Aanbevolen maximale zekering	Aanbevolen circuit-breaker Moeller	Maximaal uitschakelniveau [A]
A2	1,1-4,0	gG-10	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5,5-7,5	gG-10 (5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1,1-7,5	gG-10 (0,75-5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-18,5	gG-25 (11) gG-32 (15)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22-37	gG-40 (18,5) gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75-90	aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	45-55	gG-63 (37) gG-100 (45)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	75-90	aR-160 (55) aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

7

Tabel 7.21 525-600 V, behuizingsgrootte A, B en C

## 525-690 V, behuizingsgrootte A, B en C

Behuizing	Vermogen [kW]	Aanbevolen zekeringgrootte	Aanbevolen maximale zekering	Aanbevolen circuit-breaker Danfoss	Maximaal uitschakelniveau [A]
A3	1,1	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	1,5	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	2,2	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	3	gG-10	gG-25	CTI25M 10-16	16
	4	gG-10	gG-25	CTI25M 10-16	16
	5,5	gG-16	gG-25	CTI25M 10-16	16
	7,5	gG-16	gG-25	CTI25M 10-16	16
B2	11	gG-25	gG-63		
	15	gG-25	gG-63		
	18	gG-32			
	22	gG-32			
C2	30	gG-40			
	37	gG-63	gG-80		
	45	gG-63	gG-100		
	55	gG-80	gG-125		
	75	gG-100	gG-160		
C3	37	gG-100	gG-125		
	45	gG-125	gG-160		

Tabel 7.22 525-690 V, behuizingsgrootte A, B en C

## 7.7.2 UL-conformiteit

## 1 x 200-240 V, behuizingsgrootte A, B en C

Aanbevolen maximale zekering													
Power [kW]	Maximale voorzekerings [A]	Bussmann JFHR2	Bussmann RK1	Bussmann J	Bussmann T	Bussmann CC	Bussmann CC	Bussmann CC	SIBA RK1	Littelfuse RK1	Ferraz Shawmut CC	Ferraz Shawmut RK1	Ferraz Shawmut J
1,1	15	FWX-15	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15	5017906-016	KLN-R15	ATM-R15	A2K-15R	HSJ15
1,5	20	FWX-20	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20	5017906-020	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R	HSJ20
2,2	30 <sup>1)</sup>	FWX-30	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30	5012406-032	KLN-R30	ATM-R30	A2K-30R	HSJ30
3,0	35	FWX-35	KTN-R35	JKS-35	JJN-35	---	---	---	---	KLN-R35	---	A2K-35R	HSJ35
3,7	50	FWX-50	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	---	---	---	5014006-050	KLN-R50	---	A2K-50R	HSJ50
5,5	60 <sup>2)</sup>	FWX-60	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	---	---	---	5014006-063	KLN-R60	---	A2K-60R	HSJ60
7,5	80	FWX-80	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	---	---	---	5014006-080	KLN-R80	---	A2K-80R	HSJ80
15	150	FWX-150	KTN-R150	JKS-150	JJN-150	---	---	---	2028220-150	KLN-R150	---	A2K-150R	HSJ150
22	200	FWX-200	KTN-R200	JKS-200	JJN-200	---	---	---	2028220-200	KLN-R200	---	A2K-200R	HSJ200

Tabel 7.23 1 x 200-240 V, behuizingsgrootte A, B en C

1) SIBA toegestaan tot 32 A.

2) SIBA toegestaan tot 63 A.

## 1 x 380-500 V, behuizingsgrootte B en C

Aanbevolen maximale zekering													
Power [kW]	Maximale voorzekerings [A]	Bussmann JFHR2	Bussmann RK1	Bussmann J	Bussmann T	Bussmann CC	Bussmann CC	Bussmann CC	SIBA RK1	Littelfuse RK1	Ferraz Shawmut CC	Ferraz Shawmut RK1	Ferraz Shawmut J
7,5	60	FWH-60	KTS-R60	JKS-60	JJS-60				5014006-063	KLS-R60	-	A6K-60R	HSJ60
11	80	FWH-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80				2028220-100	KLS-R80	-	A6K-80R	HSJ80
22	150	FWH-150	KTS-R150	JKS-150	JJS-150				2028220-160	KLS-R150	-	A6K-150R	HSJ150
37	200	FWH-200	KTS-R200	JKS-200	JJS-200				2028220-200	KLS-200		A6K-200R	HSJ200

Tabel 7.24 1 x 380-500 V, behuizingsgrootte B en C

- Voor frequentieomvormers voor 240 V kunt u KTS-zekeringen van Bussmann gebruiken in plaats van KTN.
- Voor frequentieomvormers voor 240 V kunt u FWH-zekeringen van Bussmann gebruiken in plaats van FWX.
- Voor frequentieomvormers voor 240 V kunt u JJS-zekeringen van Bussmann gebruiken in plaats van JJN.



- Voor frequentieomvormers voor 240 V kunt u KLSR-zekeringen van Littelfuse gebruiken in plaats van KLN-R.
- Voor frequentieomvormers voor 240 V kunt u A6KR-zekeringen van Ferraz Shawmut gebruiken in plaats van A2KR.

**3 x 200-240 V, behuizingsgrootte A, B en C**

Vermogen [kW]	Aanbevolen maximale zekering					
	Bussmann Type RK1 <sup>1)</sup>	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann	Bussmann Type CC
0,25-0,37	KTN-R-05	JKS-05	JJN-05	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
0,55-1,1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1,5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2,2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3,0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3,7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5,5-7,5	KTN-R-50	JKS-50	JJN-50	-	-	-
11	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
15	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
18,5-22	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
30	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
37	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
45	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

**7**
**Tabel 7.25 3 x 200-240 V, behuizingsgrootte A, B en C**

Vermogen [kW]	Aanbevolen maximale zekering							
	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz Shawmut Type CC	Ferraz Shawmut Type RK1 <sup>2)</sup>	Bussmann Type JFHR2 <sup>3)</sup>	Littelfuse JFHR2	Ferraz Shawmut JFHR2 <sup>4)</sup>	Ferraz Shawmut J
0,25-0,37	5017906-005	KLN-R-05	ATM-R-05	A2K-05-R	FWX-5	-	-	HSJ-6
0,55-1,1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R	FWX-10	-	-	HSJ-10
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R	FWX-15	-	-	HSJ-15
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R	FWX-20	-	-	HSJ-20
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R	FWX-25	-	-	HSJ-25
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R	FWX-30	-	-	HSJ-30
5,5-7,5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R	FWX-50	-	-	HSJ-50
11	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R	FWX-60	-	-	HSJ-60
15	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R	FWX-80	-	-	HSJ-80
18,5-22	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R	FWX-125	-	-	HSJ-125
30	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
37	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
45	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

**Tabel 7.26 3 x 200-240 V, behuizingsgrootte A, B en C**

- 1) Voor frequentieomvormers voor 240 V kunt u KTS-zekeringen van Bussmann gebruiken in plaats van KTN.
- 2) Voor frequentieomvormers voor 240 V kunt u A6KR-zekeringen van Ferraz Shawmut gebruiken in plaats van A2KR.
- 3) Voor frequentieomvormers voor 240 V kunt u FWH-zekeringen van Bussmann gebruiken in plaats van FWX.
- 4) Voor frequentieomvormers voor 240 V kunt u A50X-zekeringen van Ferraz Shawmut gebruiken in plaats van A25X.

## 3 x 380-480 V, behuizingsgrootte A, B en C

Power [kW]	Aanbevolen maximale zekering					
	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC
-	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1,1-2,2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
90	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

Tabel 7.27 3 x 380-480 V, behuizingsgrootte A, B en C

Vermogen [kW]	Aanbevolen maximale zekering							
	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz Shawmut Type CC	Ferraz Shawmut Type RK1	Bussmann JFHR2	Ferraz Shawmut J	Ferraz Shawmut JFHR2 <sup>1)</sup>	Littelfuse JFHR2
-	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R	FWH-6	HSJ-6	-	-
1,1-2,2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R	FWH-20	HSJ-20	-	-
5,5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R	FWH-25	HSJ-25	-	-
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R	FWH-30	HSJ-30	-	-
11	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R	FWH-40	HSJ-40	-	-
15	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R	FWH-50	HSJ-50	-	-
22	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R	FWH-60	HSJ-60	-	-
30	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R	FWH-80	HSJ-80	-	-
37	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R	FWH-100	HSJ-100	-	-
45	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R	FWH-125	HSJ-125	-	-
55	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R	FWH-150	HSJ-150	-	-
75	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
90	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tabel 7.28 3 x 380-480 V, behuizingsgrootte A, B en C

1) U kunt A50QS-zekeringen van Ferraz Shawmut gebruiken in plaats van A50P.

**3 x 525-600 V, behuizingsgrootte A, B en C**

Vermogen [kW]	Aanbevolen maximale zekering									
	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz Shawmut Type RK1	Ferraz Shawmut J
0,75-1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1,5-2,2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11-15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tabel 7.29 3 x 525-600 V, behuizingsgrootte A, B en C

**3 x 525-690 V, behuizingsgrootte B en C**

Vermogen [kW]	Maximale voorzekering [A]	Aanbevolen maximale zekering						
		Bussmann E52273 RK1/JDDZ	Bussmann E4273 J/JDDZ	Bussmann E4273 T/JDDZ	SIBA E180276 RK1/JDDZ	Littelfuse E81895 RK1/JDDZ	Ferraz Shawmut E163267/E2137 RK1/JDDZ	Ferraz Shawmut E2137 J/HSJ
11-15	30	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
22	45	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
30	60	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
37	80	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
45	90	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
55	100	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
75	125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
90	150	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

Tabel 7.30 3 x 525-690 V, behuizingsgrootte B en C

## 7.8 Vermogensklasse, gewicht en afmetingen

Behuizingsgrootte [kW]	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
1 x 200-240 V	-	1,1	1,1-2,2	1,1	1,5-3,7	7,5	-	-	15	22	-	-
3 x 200-240 V	0,25-3,0	3,7	0,25-2,2	0,25-3,7	5,5-11	15	5,5-11	15-18,5	18,5-30	37-45	22-30	37-45
1 x 380-480 V	-	-	1,1-4,0	-	7,5	11	-	-	18	37	-	-
3 x 380-480 V	0,37-4,0	5,5-7,5	0,37-4,0	0,37-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
3 x 525-600 V	-	0,75-7,5	-	0,75-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
3 x 525-690 V	-	-	-	-	-	11-30	-	-	-	37-90	-	-
IP	20	20	55/66	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20	21/55/66	21/55/66	20	20
NEMA	Chassis Type 1	Chassis Type 1	Type 12/4X	Type 12/4X	Type 1/12/4X	Type 1/12/4X	Chassis	Chassis	Type 1/12/4X	Type 1/12/4X	Chassis	Chassis
<b>Hoogte [mm]</b>												
Hoogte van achterwand	A 268	375	268	390	480	650	399	520	680	770	550	660
Hoogte met ontkoppe- lingsplaat voor veldbuskabels	A 374	-	374	-	-	-	419	595	-	-	630	800
Afstand tussen bevesti- gingsgaten	a 257	350	257	401	454	624	380	495	648	739	521	631
<b>Breedte [mm]</b>												
Breedte van achterwand	B 90	130	130	200	242	242	165	231	308	370	308	370
Breedte van achterwand met 1 C-optie	B 130	170	170	-	242	242	205	231	308	370	308	370
Breedte van achterwand met 2 C-opties	B 90	130	130	-	242	242	165	231	308	370	308	370
Afstand tussen bevesti- gingsgaten	b 70	110	110	171	210	210	140	200	272	334	270	330
<b>Diepte<sup>1)</sup> [mm]</b>												
Zonder optie A/B	C 205	205	205	175	260	260	248	242	310	335	333	333
Met optie A/B	C 220	220	220	175	260	260	262	242	310	335	333	333
<b>Schroefgaten [mm]</b>												
c	8,0	8,0	8,0	8,25	12	12	8	-	12	12	-	-
d	Ø11	Ø11	Ø11	Ø12	Ø19	Ø19	12	-	Ø19	Ø19	-	-
e	Ø5,5	Ø5,5	Ø5,5	Ø6,5	Ø9	Ø9	6,8	8,5	Ø9,0	Ø9,0	8,5	8,5
f	9	9	9	6	9	9	7,9	15	9,8	9,8	17	17
<b>Maximumgewicht [kg]</b>												
	4,9	5,3	6,6	9,7	23	27	12	23,5	45	65	35	50

1) De diepte van de behuizing hangt af van de geïnstalleerde opties.

Tabel 7.31 Vermogensklasse, gewicht en afmetingen

## 7.9 dU/dt-tests

Om schade te voorkomen aan motoren zonder fase-isolatiemateriaal of andere versterkte isolatie die is ontworpen voor gebruik met een frequentieomvormer, wordt het aanbevolen om een dU/dt-filter of een LC-filter te installeren op de uitgang van de frequentieomvormer.

Wanneer een transistor in de omvormerbrug schakelt, neemt de spanning in de motor toe met een dU/dt-verhouding die afhankelijk is van:

- motorinductantie;
- motorkabel (type, dwarsdoorsnede, lengte afgeschermd of niet-afgeschermd).

De natuurlijke inductie veroorzaakt een doorschot van de spanningspiek in de motorspanning voordat deze zichzelf stabiliseert op een niveau dat afhangt van de spanning in de tussenkring.

Een piekspanning op de motorklemmen worden veroorzaakt door het schakelen van de IGBT's. De stijgtijd en de piekspanning beïnvloeden de levensduur van de motor. Een te hoge piekspanning heeft op termijn met name gevolgen voor motoren zonder fasespoelisolatie.

Bij gebruik van korte motorkabels (enkele meters) zijn de stijgtijd en de piekspanning lager. De stijgtijd en de piekspanning nemen toe bij gebruik van langere kabels.

De frequentieomvormer voldoet aan IEC 60034-25 en IEC 60034-17 met betrekking tot het motorontwerp.

### 7.9.1 Piekspanning op de motor

Gebruik de volgende rekenmethode om bij benadering de waarden te berekenen bij kabellengten en spanningen die hieronder niet worden vermeld:

1. De stijgtijd neemt evenredig aan de kabellengte toe/af.
2.  $U_{PEAK} = DC\text{-tussenkringspanning} \times 1,9$   
(DC-tussenkringspanning = netspanning  $\times 1,35$ ).
3.  $dU/dt = \frac{0,8 \times U_{PEAK}}{\text{Stijgtijd}}$

De gegevens zijn gemeten overeenkomstig IEC 60034-17. De kabellengte is in meter.

#### 200-240 V (T2)

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,226	0,616	2,142
50	240	0,262	0,626	1,908
100	240	0,650	0,614	0,757
150	240	0,745	0,612	0,655

Tabel 7.32 Frequentieomvormer, P5K5, T2

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	230	0,13	0,510	3,090
50	230	0,23	0,590	2,034
100	230	0,54	0,580	0,865
150	230	0,66	0,560	0,674

Tabel 7.33 Frequentieomvormer, P7K5, T2

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,264	0,624	1,894
136	240	0,536	0,596	0,896
150	240	0,568	0,568	0,806

Tabel 7.34 Frequentieomvormer, P11K, T2

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,807
150	240	0,708	0,575	0,669

Tabel 7.35 Frequentieomvormer, P15K, T2

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tabel 7.36 Frequentieomvormer, P18K, T2

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,560	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tabel 7.37 Frequentieomvormer, P22K, T2

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,929
150	240	0,444	0,538	0,977

Tabel 7.38 Frequentieomvormer, P30K, T2

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	$dU/dt$ [kV/ $\mu$ s]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tabel 7.39 Frequentieomvormer, P37K, T2

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	$dU/dt$ [kV/ $\mu$ s]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tabel 7.40 Frequentieomvormer, P45K, T2

**380-480 V (T4)**

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	$dU/dt$ [kV/ $\mu$ s]
5	400	0,640	0,690	0,862
50	400	0,470	0,985	0,985
150	400	0,760	1,045	0,947

Tabel 7.41 Frequentieomvormer, P1K5, T4

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	$dU/dt$ [kV/ $\mu$ s]
5	400	0,172	0,890	4,156
50	400	0,310		2,564
150	400	0,370	1,190	1,770

Tabel 7.42 Frequentieomvormer, P4K0, T4

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	$dU/dt$ [kV/ $\mu$ s]
5	400	0,04755	0,739	8,035
50	400	0,207	1,040	4,548
150	400	0,6742	1,030	2,828

Tabel 7.43 Frequentieomvormer, P7K5, T4

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	$dU/dt$ [kV/ $\mu$ s]
15	400	0,408	0,718	1,402
100	400	0,364	1,050	2,376
150	400	0,400	0,980	2,000

Tabel 7.44 Frequentieomvormer, P11K, T4

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	$dU/dt$ [kV/ $\mu$ s]
36	400	0,422	1,060	2,014
100	400	0,464	0,900	1,616
150	400	0,896	1,000	0,915

Tabel 7.45 Frequentieomvormer, P15K, T4

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	$dU/dt$ [kV/ $\mu$ s]
36	400	0,344	1,040	2,442
100	400	1,000	1,190	0,950
150	400	1,400	1,040	0,596

Tabel 7.46 Frequentieomvormer, P18K, T4

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	$dU/dt$ [kV/ $\mu$ s]
36	400	0,232	0,950	3,534
100	400	0,410	0,980	1,927
150	400	0,430	0,970	1,860

Tabel 7.47 Frequentieomvormer, P22K, T4

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	$dU/dt$ [kV/ $\mu$ s]
15	400	0,271	1,000	3,100
100	400	0,440	1,000	1,818
150	400	0,520	0,990	1,510

Tabel 7.48 Frequentieomvormer, P30K, T4

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	$dU/dt$ [kV/ $\mu$ s]
5	480	0,270	1,276	3,781
50	480	0,435	1,184	2,177
100	480	0,840	1,188	1,131
150	480	0,940	1,212	1,031

Tabel 7.49 Frequentieomvormer, P37K, T4

Kabel-lengte [m]	Net-spanning [V]	Stijgtijd [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	$dU/dt$ [kV/ $\mu$ s]
36	400	0,254	1,056	3,326
50	400	0,465	1,048	1,803
100	400	0,815	1,032	1,013
150	400	0,890	1,016	0,913

Tabel 7.50 Frequentieomvormer, P45K, T4

Kabel- lengte [m]	Net- spanning g [V]	Stijgtijd [μs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
10	400	0,350	0,932	2,130

Tabel 7.51 Frequentieomvormer, P55K, T4

Kabel- lengte [m]	Net- spanning [V]	Stijgtijd [μs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0,371	1,170	2,466

Tabel 7.52 Frequentieomvormer, P75K, T4

Kabel- lengte [m]	Net- spanning [V]	Stijgtijd [μs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	400	0,364	1,030	2,264

Tabel 7.53 Frequentieomvormer, P90K, T4

## 525-600 V (T6)

Kabel- lengte [m]	Net- spanning [V]	Stijgtijd [μs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	600	0,304	1,560	4,105
50	600	0,300	1,550	4,133
100	600	0,536	1,640	2,448
150	600	0,576	1,640	2,278

Tabel 7.54 Frequentieomvormer, P11K, T6

Kabel- lengte [m]	Net- spanning [V]	Stijgtijd [μs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	600	0,084	1,560	7,962
50	600	0,120	1,540	5,467
100	600	0,165	1,472	3,976
150	600	0,190	1,530	3,432

Tabel 7.55 Frequentieomvormer, P22K, T6

Kabel- lengte [m]	Net- spanning [V]	Stijgtijd [μs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	600	0,276	1,184	4,290

Tabel 7.56 Frequentieomvormer, P55K, T6

## 525-690 V (T7)

Kabel- lengte [m]	Net- spanning [V]	Stijgtijd [μs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
80	690	0,580	1,728	2,369
130	690	0,930	1,824	1,569
180	690	0,925	1,818	1,570

Tabel 7.57 Frequentieomvormer, P7K5, T7

Kabel- lengte [m]	Net- spanning [V]	Stijgtijd [μs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	690	0,250	1,440	4,608
105	690	0,570	1,800	2,526
180	690	0,982	1,840	1,499

Tabel 7.58 Frequentieomvormer, P45K, T7

Kabel- lengte [m]	Net- spanning [V]	Stijgtijd [μs]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
6	690	0,238	1,416	4,739
50	690	0,358	1,764	3,922
150	690	0,465	1,872	3,252

Tabel 7.59 Frequentieomvormer, P55K, T7

## 7.10 Akoestische-ruiswaarden

Afmetingen behuizing	50% ventilator- snelheid [dBA]	Volle ventilator- snelheid [dBA]
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A4	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B4	52	62
C1	52	62
C2	55	65
C4	56	71
D3h	58	71

Tabel 7.60 Akoestische-ruiswaarden

De waarden zijn gemeten op een afstand van 1 m vanaf de eenheid.

## 7.11 Geselecteerde opties

### 7.11.1 VLT® General Purpose I/O MCB 101

MCB 101 wordt gebruikt voor het uitbreiden van het aantal digitale en analoge in- en uitgangen.

Bevestig MCB 101 in sleuf B van de frequentieomvormer.

Inhoud:

- Optiemodule MCB 101
- Uitgebreide bevestiging voor LCP
- Klemafdekking

### 7.11.2 VLT® Relay Card MCB 105

De relaisoptie MCB 105 bevat 3 SPDT-contacten en moet worden bevestigd in optiesleuf B.

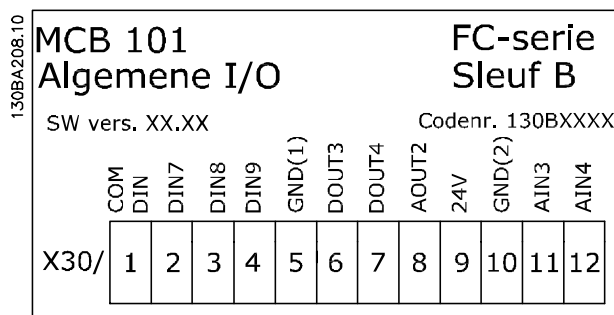
Elektrische gegevens

Maximale klembelasting (AC-1) <sup>1)</sup> (resistieve belasting)	240 V AC 2 A
Maximale klembelasting (AC-15) <sup>1)</sup> (inductieve belasting bij $\cos \phi 0,4$ )	240 V AC 0,2 A
Maximale klembelasting (DC-1) <sup>1)</sup> (resistieve belasting)	24 V DC 1 A
Maximale klembelasting (DC-13) <sup>1)</sup> (inductieve belasting)	24 V DC 0,1 A
Minimale klembelasting (DC)	5 V 10 mA
Maximale schakelsnelheid bij nominale belasting/min. belasting	6 min <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>

1) IEC 947 deel 4 en 5

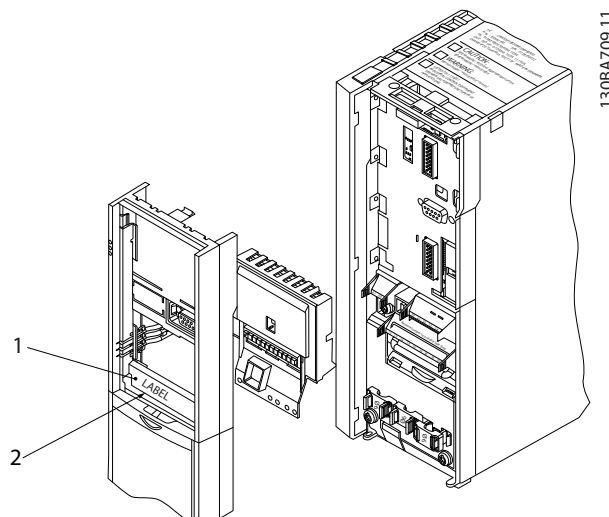
Wanneer de relaisoptieset apart wordt besteld, bevat deze het volgende:

- Relaismodule MCB 105
- Vergrote LCP-houder en vergrote klemafdekking
- Label om de toegang tot schakelaar S201, S202 en S801 af te dekken
- Kabelklemmen om de kabels aan de relaismodule te bevestigen



Afbeelding 7.2 Optie MCB 101

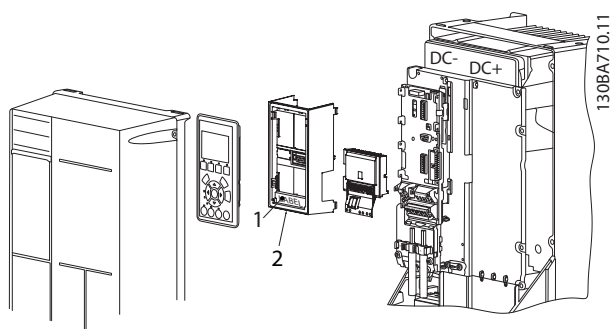
7



1	<b>WAARSCHUWING!</b> Het label MOET op het LCP-frame worden aangebracht zoals aangegeven (UL-goedkeuring).
2	Relaiskaart

Afbeelding 7.3 Behuizingsgrootte A2-A3-B3



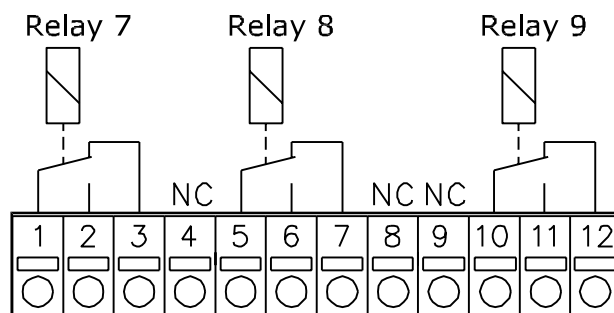


1	<b>WAARSCHUWING!</b> Het label MOET op het LCP-frame worden aangebracht zoals aangegeven (UL-goedkeuring).
2	Relaiskaart

Afbeelding 7.4 Behuizingsgrootte A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

**LET OP**

Om toegang te krijgen tot RS485-eindschakelaar S801 of de stroom-/spanningsschakelaars S201/S202 moet u de relaiskaart demonteren (zie Afbeelding 7.3 en Afbeelding 7.4, positie 2).



130BA162.10

Afbeelding 7.6 Relais

**WARNING**

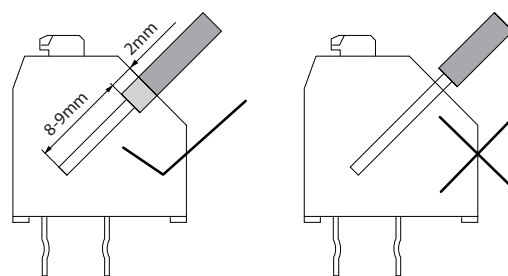
Warning Dual Supply

130BE040.10

Afbeelding 7.5 Waarschuwingslabel aangebracht op optie

Relaisoptie MCB 105 toevoegen:

1. Onderbreek de voeding naar de frequentieomvormer.
2. Onderbreek de voeding naar de spanningvoerende aansluitingen op de relaisklemmen.
3. Verwijder het LCP, de klemafdekking en de LCP-bevestiging van de frequentieomvormer.
4. Steek de MCB 105-optie in sleuf B.
5. Sluit de stuurkabels aan en bevestig de kabels met behulp van de bijgevoegde kabelklemmen.
6. Zorg voor een juiste striplengte van de draad (zie Afbeelding 7.7).
7. Combineer geen spanningvoerende delen (hoge spanning) met stuursignalen (PELV).
8. Bevestig de vergrote LCP-houder en de vergrote klemafdekking.
9. Plaats het LCP terug.
10. Sluit de voeding aan op de frequentieomvormer.
11. Stel de relaisfuncties in via 5-40 *Funcierelais* [6-8], 5-41 *Aan-vertr., relais* [6-8] en 5-42 *Uit-vertr., relais* [6-8].

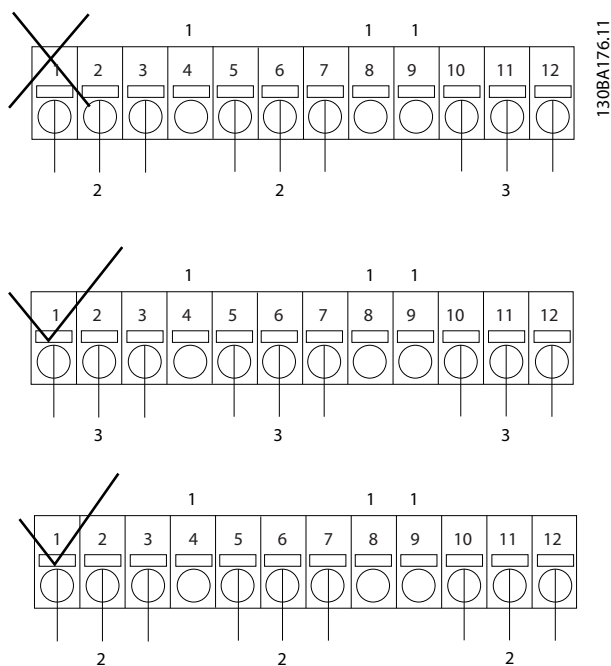


Afbeelding 7.7 Juiste kabeldoorvoer

130BA177.10

**LET OP**

Array [6] is relais 7, array [7] is relais 8 en array [8] is relais 9.



130BA176.11

130BA638.10

1	NC
2	Spanningvoerend deel
3	PELV

Afbeelding 7.8 Juiste relaisbedrading

**LET OP**

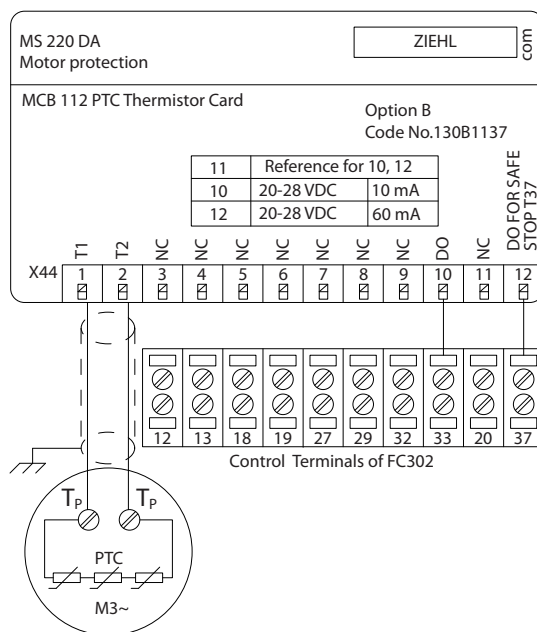
Combineer 24/48 V-systemen niet met systemen met hoge spanning.

7.11.3 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

De MCB 112-optie maakt het mogelijk om de temperatuur van een elektrische motor te bewaken via een galvanisch gescheiden PTC-thermistoringang. Het is een B-optie voor frequentieomvormers die zijn uitgerust met STO.

Zie hoofdstuk 4 Toepassingsvoorbeelden voor diverse toepassingsmogelijkheden.

X44/1 en X44/2 zijn de thermistoringangen. X44/2 schakelt de STO-functie van de frequentieomvormer (klem 37) in als de thermistorwaarden dit noodzakelijk maken en X44/10 laat de frequentieomvormer weten dat een verzoek voor veilige uitschakeling van het koppel (STO) afkomstig was uit de MCB 112, zodat een passende alarmverwerking is gewaarborgd. Een van de digitale ingangen (of een digitale ingang van een gemonteerde optie) moet worden ingesteld op [80] PTC-kaart 1 om de informatie van X44/10 te kunnen gebruiken. Stel 5-19 Klem 37 Veilige stop in op de gewenste STO-functie (standaard is Alarm Veilige stop).



Afbeelding 7.9 MCB 112 installeren

ATEX-certificering voor FC 102, FC 103, FC 202 en FC 302

De MCB 112 is gecertificeerd voor ATEX, wat betekent dat de frequentieomvormer en de MCB 112 samen kunnen worden gebruikt met motoren in explosiegevaarlijke omgevingen. Zie de VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 Operating Instructions voor meer informatie.



Afbeelding 7.10 AtmosfèrE Explosive (ATEX)

## Elektrische gegevens

## Aansluiting weerstand

PTC voldoet aan DIN 44081 en DIN 44082

Nummer	1-6 weerstanden in serie
Uitschakelwaarde	3,3 $\Omega$ ... 3,65 $\Omega$ ... 3,85 $\Omega$
Resetwaarde	1,7 $\Omega$ ... 1,8 $\Omega$ ... 1,95 $\Omega$
Triggertolerantie	$\pm 6$ °C
Collectieve weerstand van de sensorkring	< 1,65 $\Omega$
Klemspanning	$\leq 2,5$ V voor $R \leq 3,65$ $\Omega$ , $\leq 9$ V voor $R = \infty$
Sensorstroom	$\leq 1$ mA
Kortsluiting	20 $\Omega \leq R \leq 40$ $\Omega$
Energieverbruik	60 mA

## Testcondities

EN 60 947-8

Meting van weerstand tegen spanningspieken	6000 V
Overspanningscategorie	III
Verontreinigingsgraad	2
Meting van isolatiespanning Vbis	690 V
Betrouwbare galvanische scheiding tot Vi	500 V
Bereik nominale omgevingstemperatuur	-20 °C tot +60 °C
	EN 60068-2-1 droge warmte
Vochtigheidsgraad	5-95%, geen condensvorming toegestaan
Weerstand tegen trillingen	10 tot 1000 Hz 1,14 g
Weerstand tegen schokken	50 g

## Waarden voor veiligheidssysteem

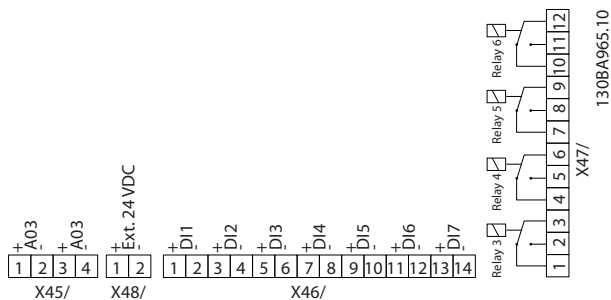
EN 61508 voor Tu = 75 °C continu

SIL	2 voor onderhoudscyclus van 2 jaar 1 voor onderhoudscyclus van 3 jaar
HFT	0
PFD (voor jaarlijkse functionele test)	$4,10 \times 10^{-3}$
SFF	78%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8494 FIT
$\lambda_{DU}$	934 FIT
Bestelnummer 130B1137	

### 7.11.4 VLT® Extended Relay Card MCB 113

De MCB 113 breidt de I/O van de frequentieomvormer uit met 7 digitale ingangen, 2 analoge uitgangen en 4 SPDT-relais. De uitgebreide I/O vergroot de flexibiliteit en maakt het mogelijk om te voldoen aan de Duitse NAMUR NE37-aanbevelingen.

De MCB 113 is een standaard C1-optie en wordt na installatie automatisch gedetecteerd.



Afbeelding 7.11 Elektrische aansluitingen voor MCB 113

Sluit de MCB 113 aan op een externe 24 V op X48 om te zorgen voor galvanische scheiding tussen de frequentieomvormer en de optiekaart. Als galvanische scheiding niet nodig is, kan de optiekaart worden gevoed via de interne 24 V van de frequentieomvormer.

#### Elektrische gegevens

##### Relais

Aantal	4 SPDT
Belasting bij 250 V AC/30 V DC	8 A
Belasting bij 250 V AC/30 V DC met $\cos \varphi = 0,4$	3,5 A
Overspanningscategorie (contact-aarde)	III
Overspanningscategorie (contact-contact)	II
Combinatie van 250 V- en 24 V-signalen	Mogelijk met één ongebruikt relais ertussen
Maximale doorvoervertraging	10 ms
Geïsoleerd van aarde/chassis voor gebruik in IT-netsystemen	

##### Digitale ingangen

Aantal	7
Bereik	0-24 V
Modus	PNP/NPN
Ingangsimpedantie	4 kW
Laag triggerniveau	6,4 V
Hoog triggerniveau	17 V
Maximale doorvoervertraging	10 ms

##### Analoge uitgangen

Aantal	2
Bereik	0/4-20 mA
Resolutie	11 bit
Lineariteit	< 0,2%

### LET OP

Als u zowel 24 V-signalen als signalen met hoge spanning in de relais aan wilt sluiten, moet u ervoor zorgen dat er tussen het 24 V-signaal en het signaal met hoge spanning één ongebruikt relais ligt.

Gebruik de volgende parametergroepen om de MCB 113 in te stellen:

- 5-1\* Digitale ingangen
- 6-7\* Anal. uitgang 3
- 6-8\* Anal. uitgang 4
- 14-8\* Opties
- 5-4\* Relais
- 16-6\* In- & uitgangen

### LET OP

In parametergroep 5-4\* Relais:

- Array [2] is relais 3.
- Array [3] is relais 4.
- Array [4] is relais 5.
- Array [5] is relais 6.

### 7.11.5 VLT® Sensor Input MCB 114

De sensoringangsoptiekaart MCB 114 is te gebruiken als:

- sensoringang voor temperatuurtransmitter Pt 100 en Pt 1000 voor het bewaken van lagertemperaturen;
- algemene uitbreiding van de analoge ingangen met een extra ingang voor een regeling met meerdere zones of verschildrukmetingen;
- ondersteuning voor uitgebreide PID-regelaars met I/O's voor setpoint-, transmitter-/sensoringangen.

Typische motoren, ontworpen met temperatuursensoren die de lagers beschermen tegen overbelasting, zijn uitgerust met 3 Pt 100/1000-temperatuursensoren: 1 vooraan, 1 in het lager aan de achterzijde, en 1 in de motorwikkelingen. De VLT® Sensor Input Option MCB 114 ondersteunt 2- of 3-draads sensoren met afzonderlijke temperatuurbegrenzings voor onder-/overtemperatuur. Bij het inschakelen wordt het sensortype, Pt 100 of Pt 1000, automatisch gedetecteerd.

De optie genereert een alarm als de gemeten temperatuur onder de gespecificeerde lage begrenzing of boven de gespecificeerde hoge begrenzing komt. De afzonderlijk gemeten temperatuur op elke sensoringang kan worden uitgelezen via het display of via uitleesparameters. De relais of digitale uitgangen kunnen worden ingesteld om in geval van een alarm actief/hoog te zijn door [21] *Therm. waarsch.* te selecteren in parametergroep 5-\*\* *Digitaal In/Uit*.

Aan de foutconditie is een gemeenschappelijk waarschuwings-/alarmnummer gekoppeld, namelijk Alarm/Waarschuwing 20, *Foute temp.invoer*. Elke beschikbare uitgang kan worden geprogrammeerd om actief te zijn als deze waarschuwing of dit alarm zich voordoet.

#### 7.11.5.1 Elektrische en mechanische specificaties

##### Analoge ingang

Aantal analoge ingangen	1
Indeling	0-20 mA of 4-20 mA
Draden	2
Ingangsimpedantie	< 200 Ω
Meetsnelheid	1 kHz
Derde-ordefilter	100 Hz bij 3 dB

De optie kan de analoge sensor voorzien van 24 V DC (klem 1).

##### Ingang voor temperatuursensor

Aantal analoge ingangen met ondersteuning voor Pt 100/1000	3
Signaaltype	PT100/1000
Aansluiting	Pt 100, 2- of 3-draads/Pt 1000, 2- of 3-draads
Frequentie Pt 100- en Pt 1000-ingang	1 Hz voor elk kanaal
Resolutie	10 bit
Temperatuurbereik	-50-204 °C -58-399 °F

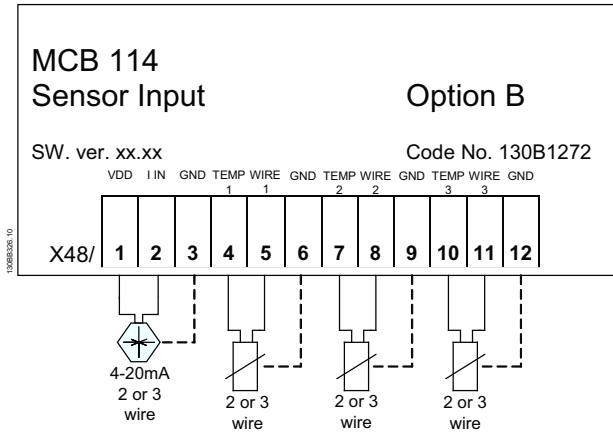
##### Galvanische scheiding

De sensoren die moeten worden aangesloten, moeten galvanisch gescheiden zijn van de netspanning. IEC 61800-5-1 en UL 508C

##### Bekabeling

Maximale lengte signaalkabel	500 m
------------------------------	-------

### 7.11.5.2 Elektrische bedrading



Klem	Naam	Functie
1	VDD	24 V DC-voeding voor 4-20 mA-sensor
2	I in	4-20 mA-ingang
3	GND	Analoge ingang GND
4, 7, 10	Temp 1, 2, 3	Temperatuuringang
5, 8, 11	Draad 1, 2, 3	Derde draadingang bij gebruik van 3-draads sensoren
6, 9, 12	GND	GND temperatuuringang

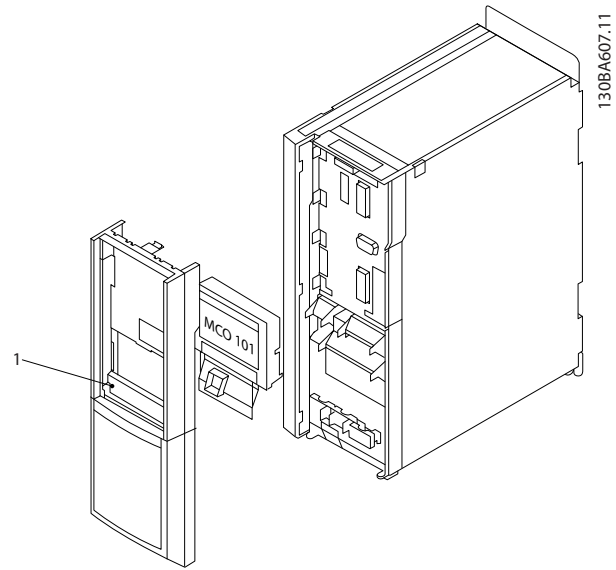
Afbeelding 7.12 Elektrische bedrading MCB 114

### 7.11.6 VLT® Extended Cascade Controller MCO 101

De MCO 101-optie bevat 3 omschakelcontacten en kan worden bevestigd in optiesleuf B.

Max. klembelasting (AC)	240 V AC 2 A
Max. klembelasting (DC)	24 V DC 1 A
Min. klembelasting (DC)	5 V 10 mA
Max. schakelsnelheid bij nominale belasting/min. belasting	6 min <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>

Tabel 7.61 Elektrische gegevens MCO 101

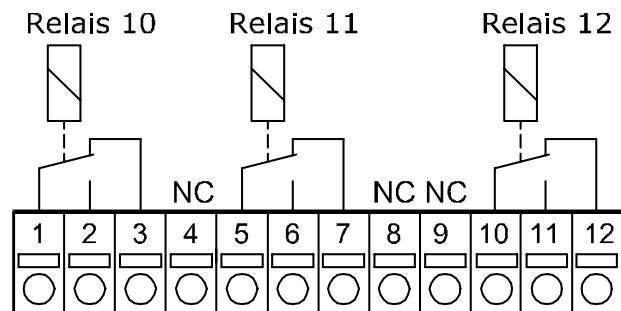


1 Demonteer de MCO 101-optie om toegang te krijgen tot de RS485-afsluiting (S801) of stroom-/spanningsschakelaars (S201/S202).

Afbeelding 7.13 B-optie monteren

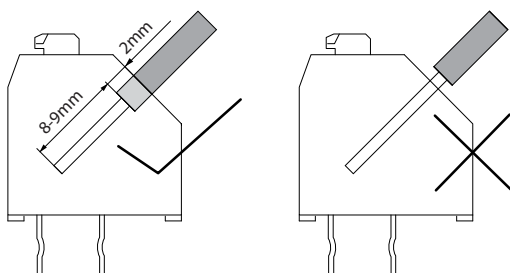
De MCO 101-optie toevoegen:

1. Onderbreek de voeding naar de frequentieomvormer.
2. Onderbreek de voeding naar de spanningvoerende aansluitingen op de relaisklemmen.
3. Verwijder het LCP, de klemafdekking en het frame van de FC 202.
4. Steek de MCO 101-optie in sleuf B.
5. Sluit de stuurkabels aan en bevestig de kabels met behulp van bijgevoegde kabelklemmen.
6. Bevestig het vergrote frame en de klemafdekking.
7. Plaats het LCP terug.
8. Sluit de voeding aan op de frequentieomvormer.



130BA606.10

Afbeelding 7.14 Aansluitingen gebruiken



Afbeelding 7.15 Kabels monteren

130BA177.10

### 7.11.7 VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102

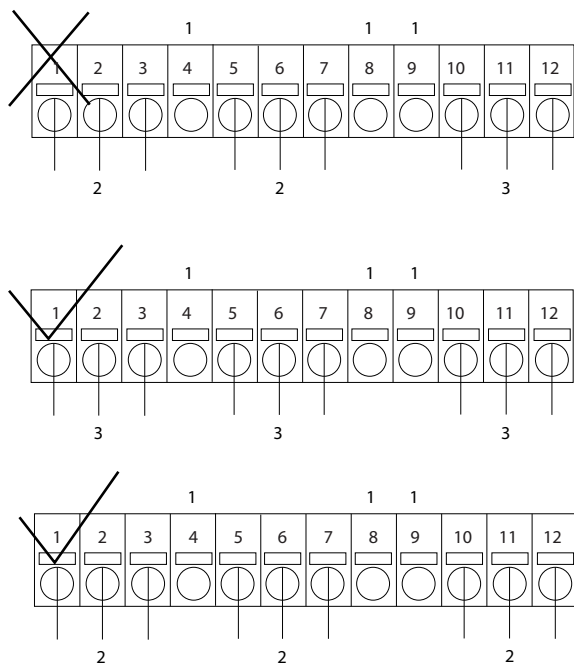
De VLT-kaart MCO 102 voor geavanceerde cascaderегeling is uitsluitend bestemd voor gebruik in optiesleuf C1. De montagepositie van C1-opties wordt aangegeven in Afbeelding 7.17.

Max. klembelasting (AC)	240 V AC 2 A
Max. klembelasting (DC)	24 V DC 1 A
Min. klembelasting (DC)	5 V 10 mA
Maximale schakelsnelheid bij nominale belasting/ minimale belasting	6 min <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>

Tabel 7.62 Elektrische gegevens, MCO 102

## WAARSCHUWING

Combineer onderdelen met lage spanning niet met PELV-systemen (zie Afbeelding 7.16).



130BA176.11

1	NC
2	Spanningvoerend deel
3	PELV

Afbeelding 7.16 Onjuiste en juiste relaisbedrading

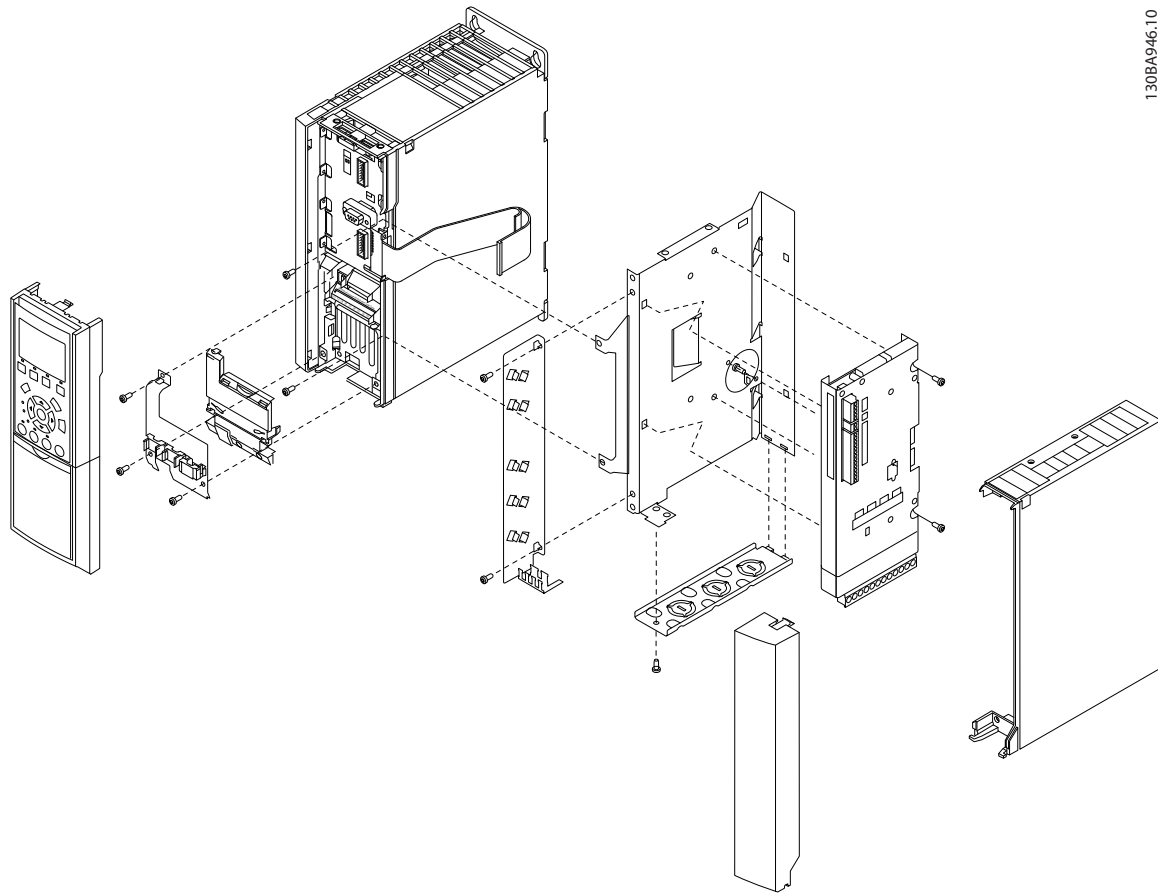
### Benodigd gereedschap

Er zijn bepaalde artikelen nodig voor het installeren van een bevestigingsset voor een C-optie (afhankelijk van de behuizing):

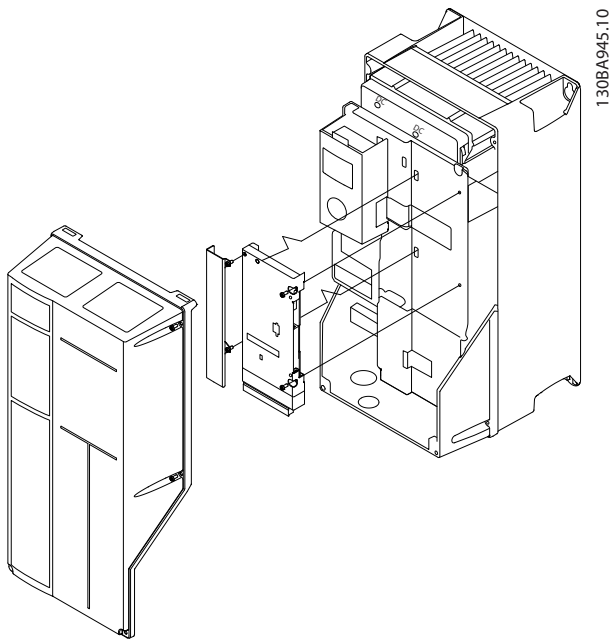
Type	Beschrijving	Bestelnummer
<b>Opties</b>		
MCF 105	Bevestigingsset framegrootte A2 en A3 (40 mm voor 1 C-optie)	130B7530
MCF 105	Bevestigingsset framegrootte A5	130B7532
MCF 105	Bevestigingsset framegrootte B, C, D, E, F1 en F3 (m.u.v. B3)	130B7533
MCF 105	Bevestigingsset framegrootte B3 (40 mm voor 1 C-optie)	130B1413
<b>Accessoires</b>		
MCO 102	Accessoiretas	130B0152

Tabel 7.63 Bestelnummers voor montagesets en accessoires

7



Afbeelding 7.17 Behuizing A2, A3 (en B3) 40 mm (slechts 1 C-optie)

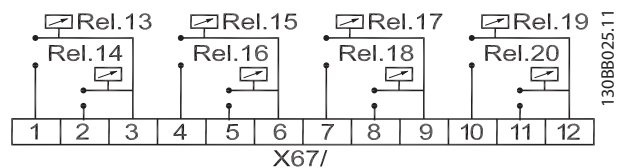


Afbeelding 7.18 Behuizing B (m.u.v. B3) en C

De MCO 102-optie toevoegen:

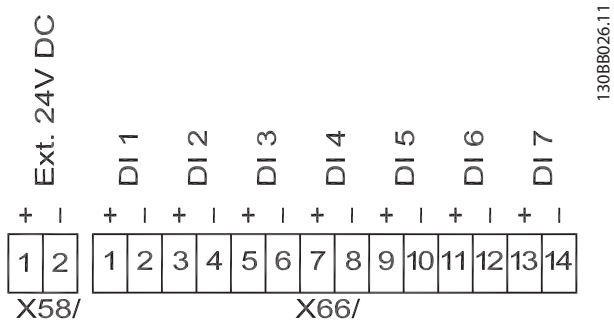
1. Onderbreek de voeding.
2. Onderbreek de voeding naar de spanningvoerende aansluitingen op de relaisklemmen.
3. Verwijder het LCP, de klemafdekking en het frame van de FC 202.
4. Steek de MCO 102-optie in sleuf C1.
5. Sluit de stuurkabels aan en bevestig de kabels met behulp van bijgevoegde kabelklemmen.
6. Bevestig het vergrote frame en de klemafdekking.
7. Plaats het LCP terug.
8. Sluit de voeding aan op de frequentieomvormer.

De klemmen bedraden



Afbeelding 7.19 Klemaansluitingen Advanced Cascade Controller MCO 102, 8 relais





**Afbeelding 7.20** Klemaansluitingen Advanced Cascade Controller MCO 102 naar de 7 digitale ingangen en toegang tot de interne 24 V DC

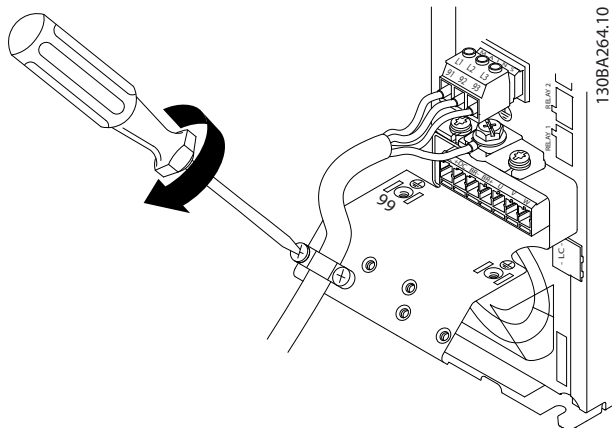
## 8 Bijlage – geselecteerde tekeningen

### 8.1 Tekeningen voor aansluiting netvoeding (3 fasen)

Deze verzameling tekeningen is bedoeld als hulp tijdens de ontwerpfase voor het plannen van toegang. Zie de *bedieningshandleiding* voor installatieprocedures, waaronder:

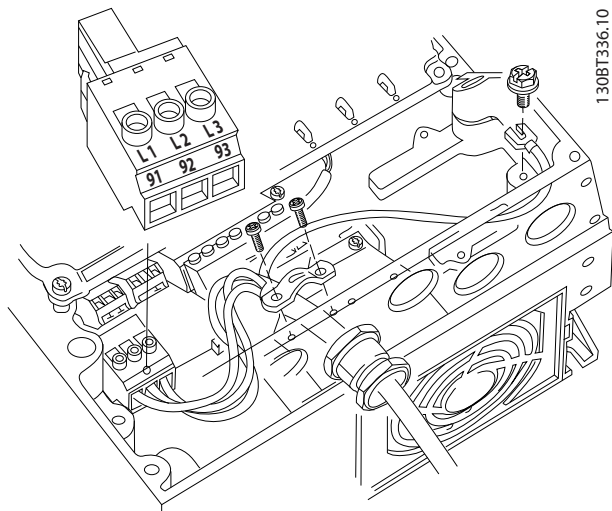
- veiligheidsvoorschriften;
- stapsgewijze installatieprocedures;
- alternatieve configuraties;
- aanvullende tekeningen.

Netvoeding voor behuizing A1, A2 en A3:

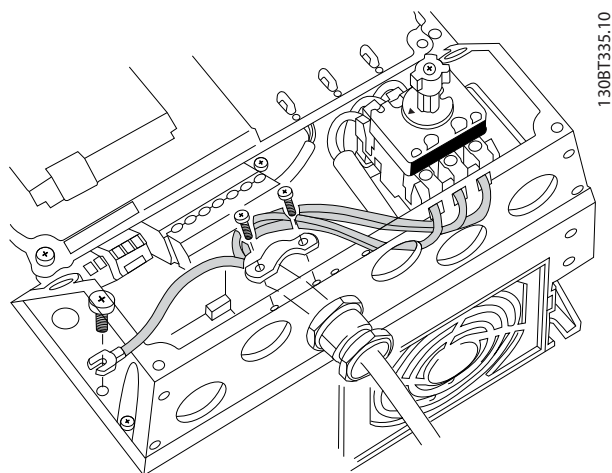


Afbeelding 8.1 Steunbeugel

Netvoeding voor behuizing A4/A5

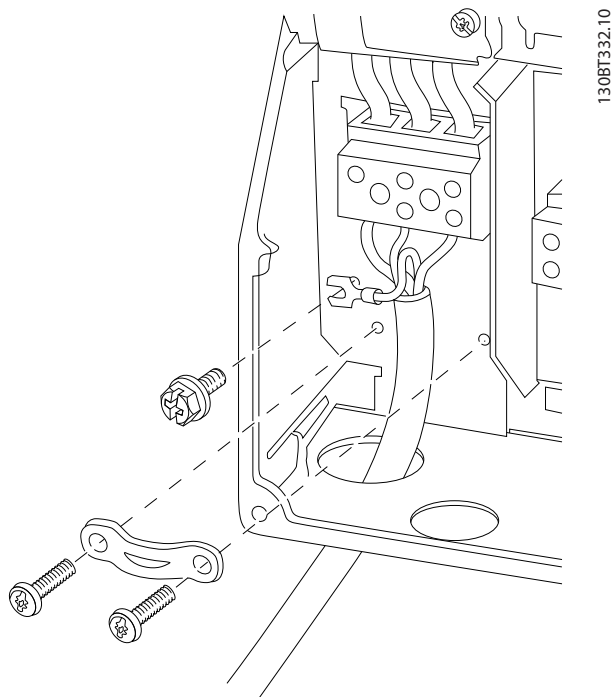


Afbeelding 8.2 Netvoeding en aarding zonder netschakelaar

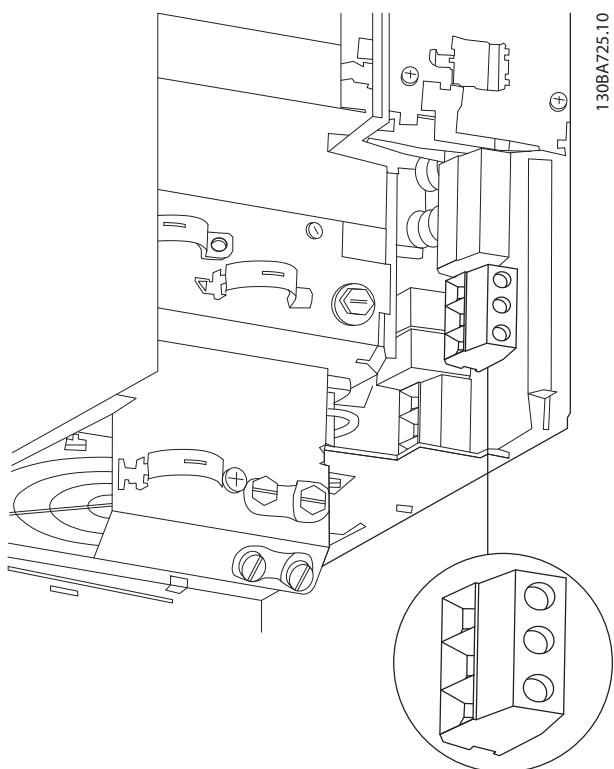


Afbeelding 8.3 Netvoeding en aarding met netschakelaar (voor S2-varianten in behuizingsgrootte B2 moeten de extra klemmenblokken worden gebruikt voor het aansluiten van de netvoeding)

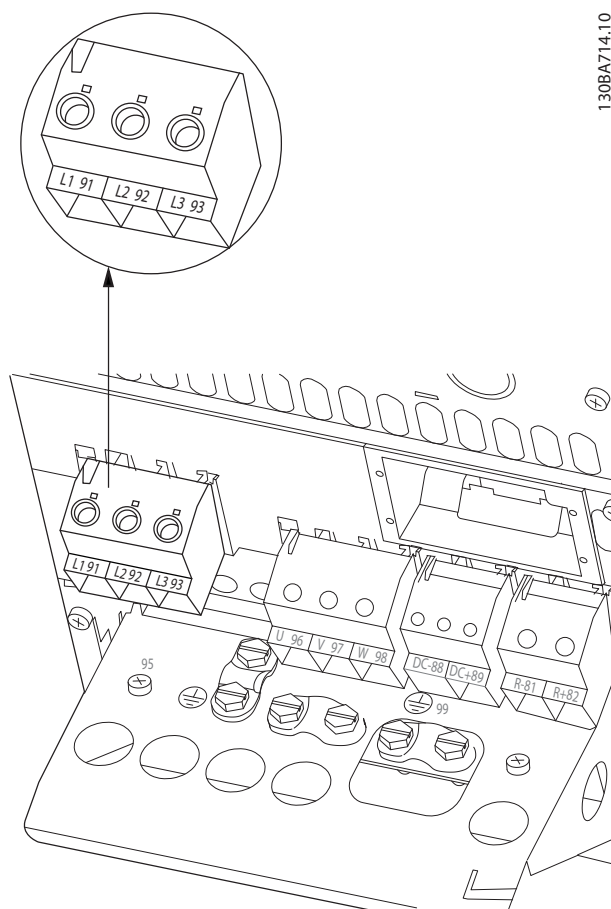
Bij gebruik van een netschakelaar (behuizing A4/A5), moet u de aardverbinding monteren aan de linkerkant van de frequentieomvormer.



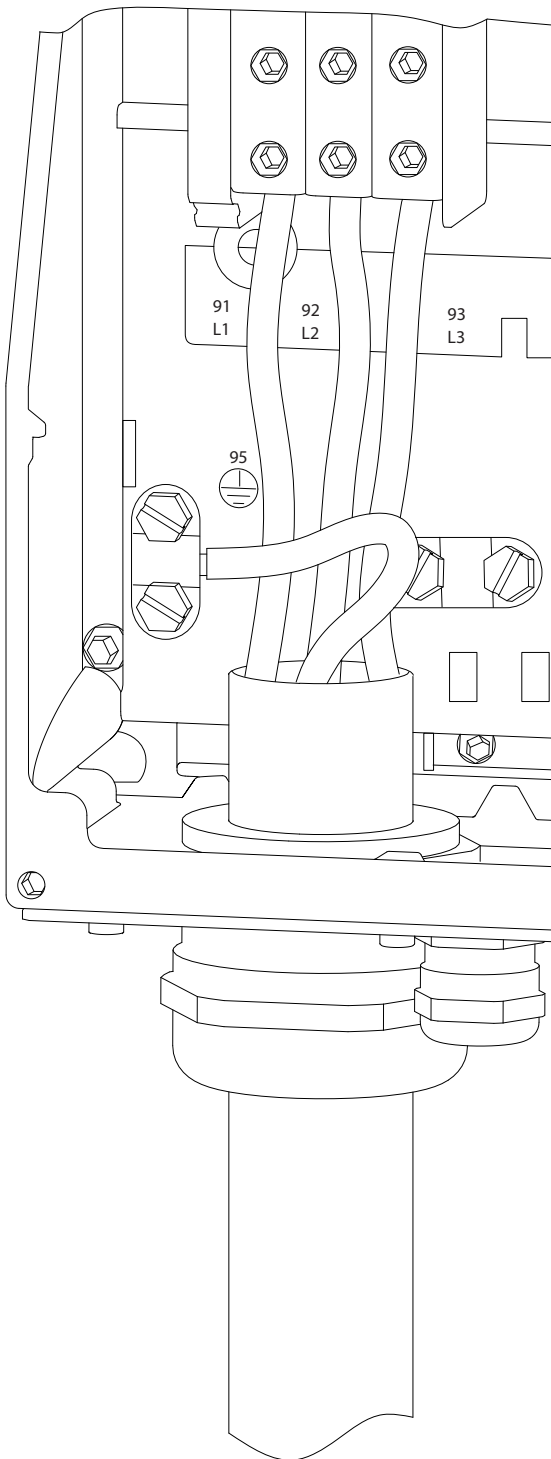
Afbeelding 8.4 Netvoeding voor behuizing B1 en B2



Afbeelding 8.5 Netvoeding voor behuizing B3

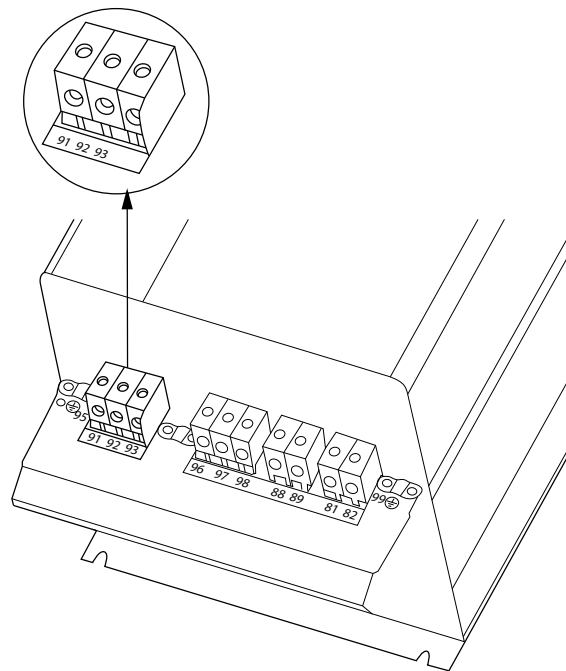


Afbeelding 8.6 Netvoeding voor behuizing B4



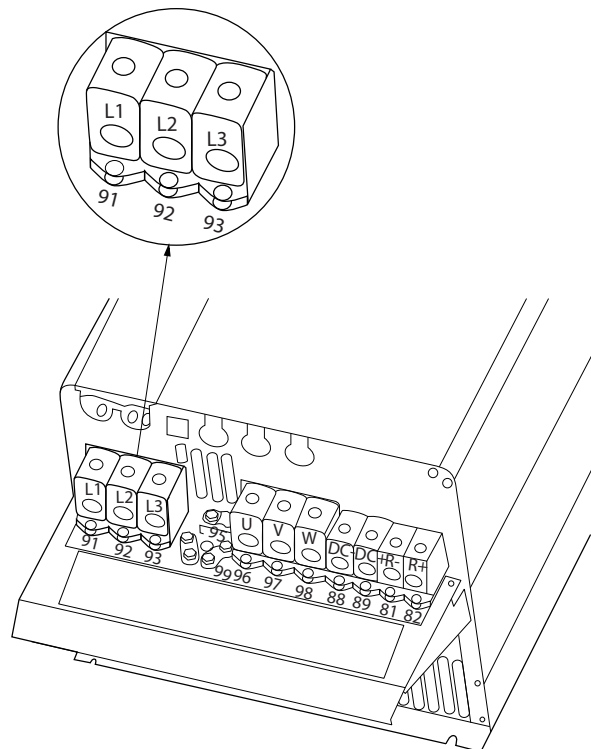
Afbeelding 8.7 Netvoeding voor behuizing C1 en C2 (IP 21/ NEMA type 1 en IP 55/66/NEMA type 12)

130BA389.10



Afbeelding 8.8 Netvoeding voor behuizing C3 (IP 20)

130BA718.10



Afbeelding 8.9 Netvoeding voor behuizing C4 (IP 20)

130BA719.10

## 8.2 Tekeningen voor motoraansluiting

### Motoraansluiting

Deze verzameling tekeningen is bedoeld als hulpmiddel bij het plannen van toegang in de ontwerpfase.

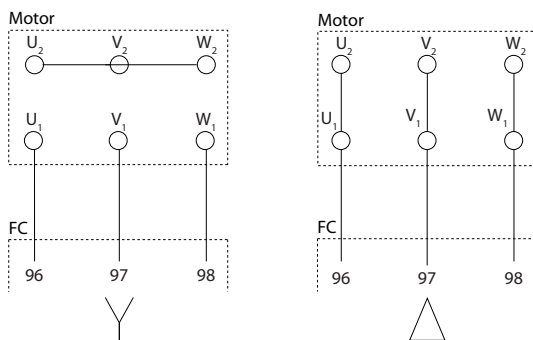
Zie de *bedieningshandleiding* voor installatieprocedures, waaronder:

- veiligheidsvoorschriften;
- stapsgewijze installatieprocedures;
- klembeschrijvingen;
- alternatieve configuraties;
- aanvullende tekeningen.

Klem nummer	96	97	98	99	
	U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Motorspanning 0-100% van netspanning. 3 draden uit motor
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Driehoekschakeling 6 draden uit motor
	W2	U2	V2		
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Sterschakeling U2, V2, W2 U2, V2 en W2 moeten afzonderlijk onderling worden verbonden.

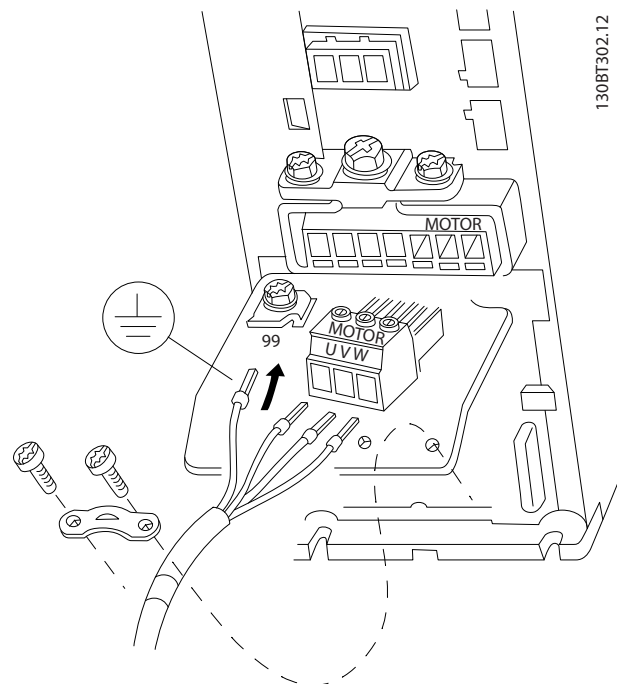
Tabel 8.1 Klembeschrijvingen

1) Aardverbinding (veiligheidsaarde)

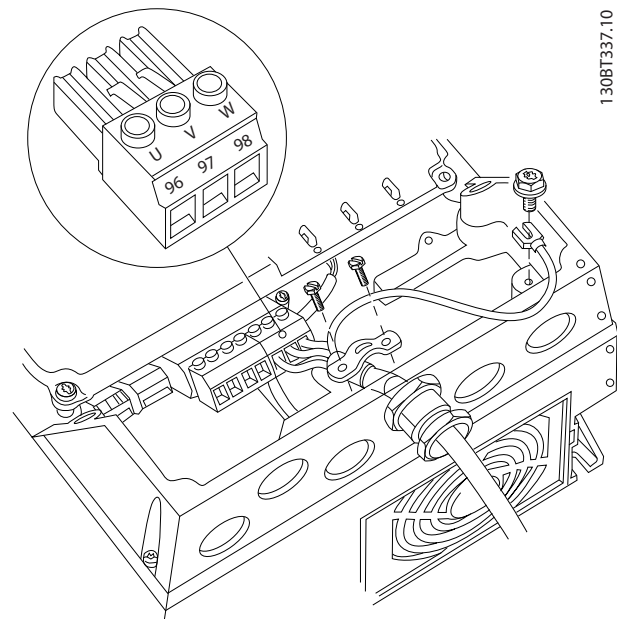


Afbeelding 8.10 Ster- en driehoekschakelingen

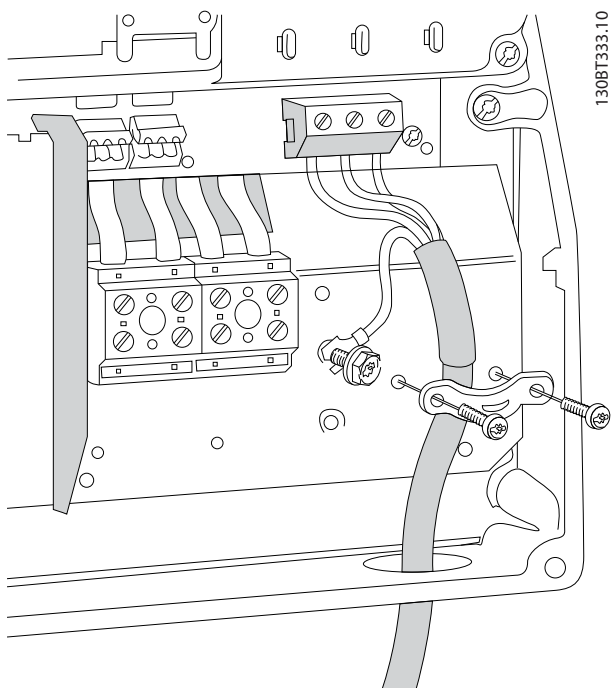
Alle typen 3-fasige asynchrone standaardmotoren kunnen op de frequentieomvormer worden aangesloten. Kleine motoren worden gewoonlijk in ster aangesloten (230/400 V, Y). Grote motoren worden gewoonlijk in driehoek aangesloten (400/690 V, Δ). Kijk op het motortypeplaatje voor de juiste aansluitmodus en spanning.



Afbeelding 8.11 Motoraansluiting voor behuizing A1, A2 en A3

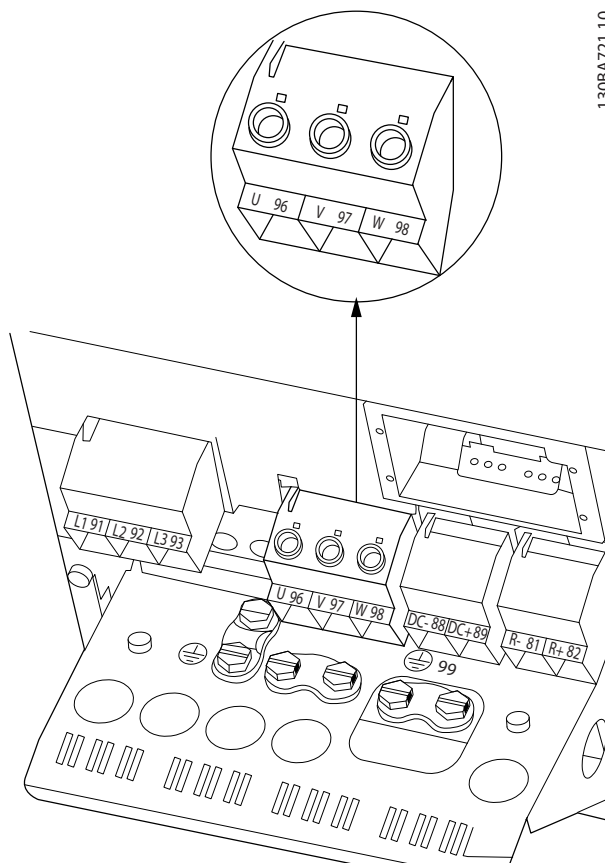


Afbeelding 8.12 Motoraansluiting voor behuizing A4/A5



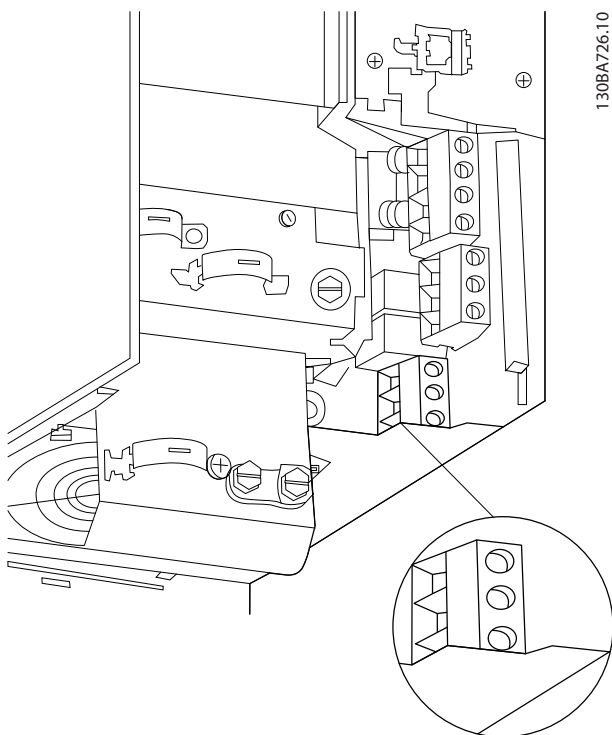
130BT333.10

Afbeelding 8.13 Motoraansluiting voor behuizing B1 en B2



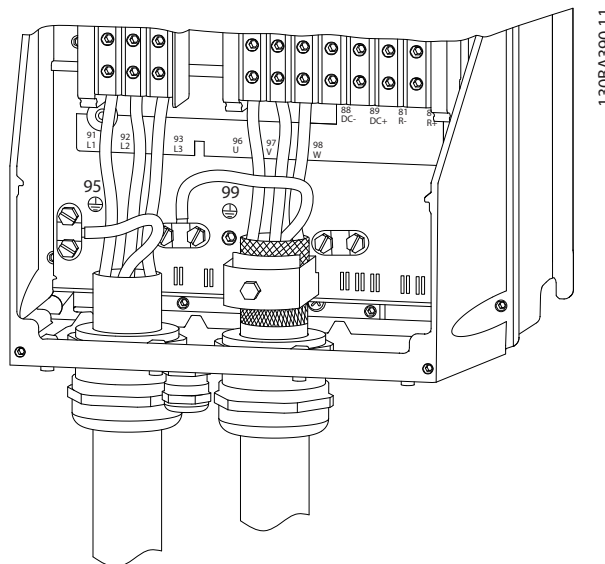
130BA721.10

Afbeelding 8.15 Motoraansluiting voor behuizing B4



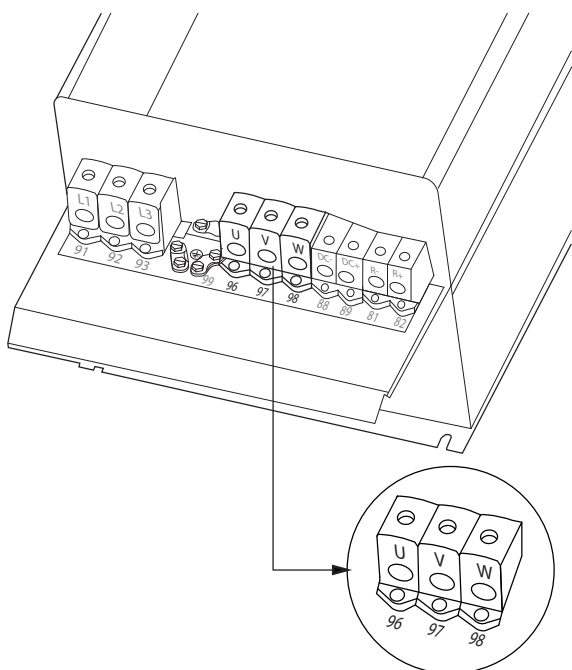
130BA726.10

Afbeelding 8.14 Motoraansluiting voor behuizing B3



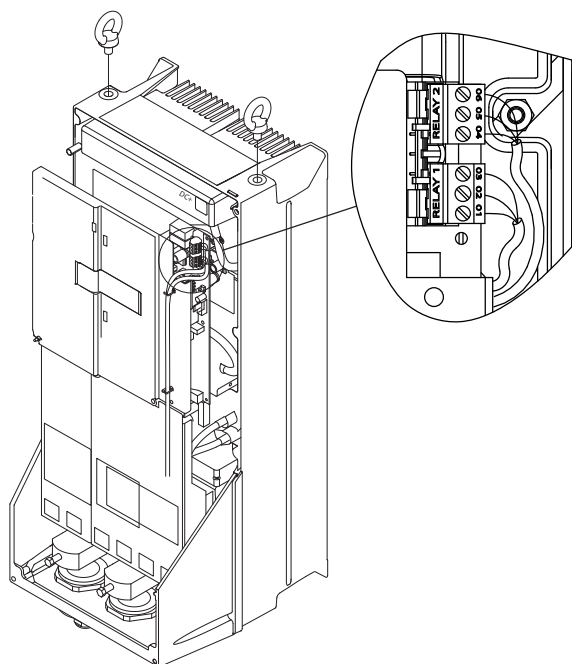
130BA390.11

Afbeelding 8.16 Motoraansluiting voor behuizing C1 en C2 (IP 21/NEMA type 1 en IP 55/66/NEMA type 12)



130BA740.10

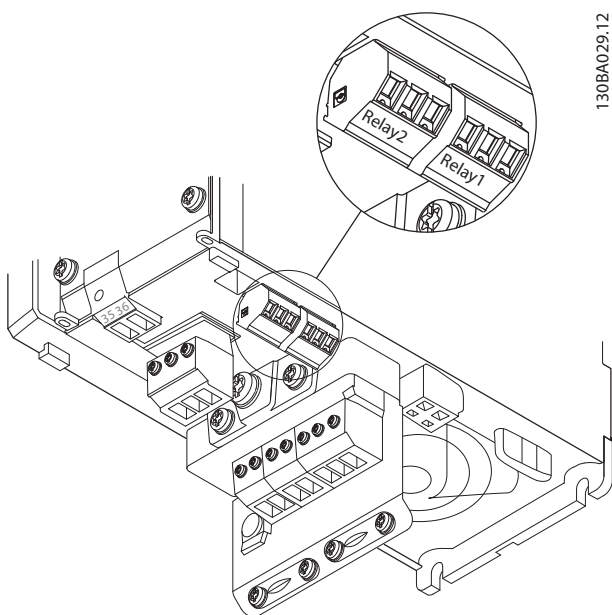
Afbeelding 8.17 Motoraansluiting voor behuizing C3 en C4



130BA391.12

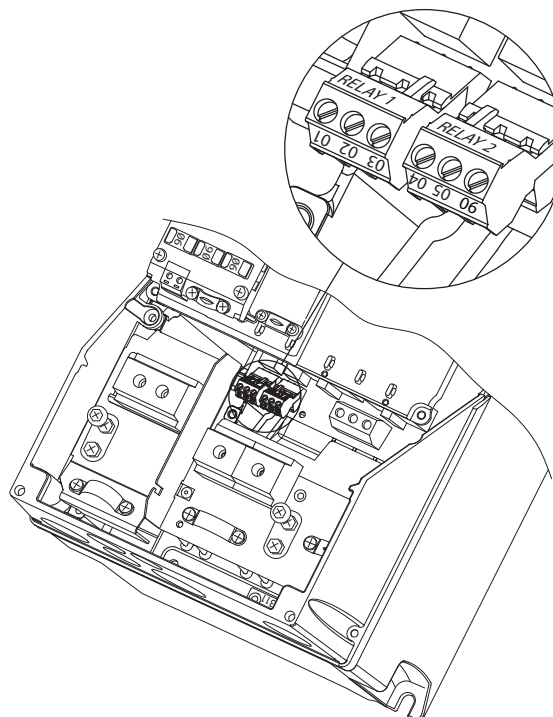
Afbeelding 8.19 Klemmen voor relaisaansluiting (behuizingsgrootte C1 en C2)

### 8.3 Tekeningen voor relaisklemmen



130BA029.12

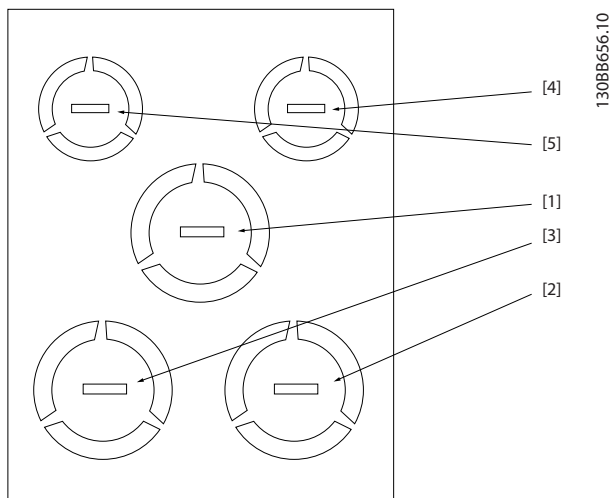
Afbeelding 8.18 Klemmen voor relaisaansluiting (behuizingsgrootte A1, A2 en A3)



130BA215.10

Afbeelding 8.20 Klemmen voor relaisaansluiting (behuizingsgrootte A5, B1 en B2)

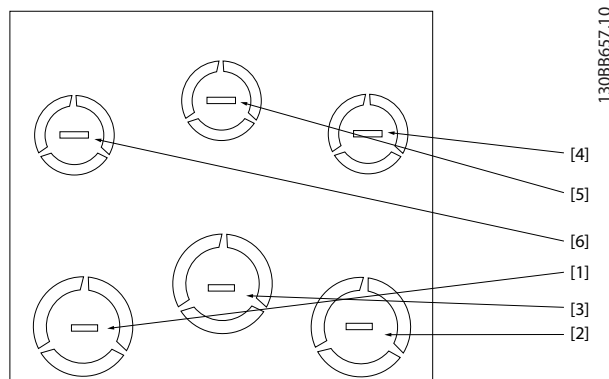
## 8.4 Kabelinvoergaten



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen <sup>1)</sup>		Dichtst- bijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1 Net	3/4	28,4	M25
2 Motor	3/4	28,4	M25
3 Rem/ loadsharing	3/4	28,4	M25
4 Stuurkabel	1/2	22,5	M20
5 Stuurkabel	1/2	22,5	M20

1) Tolerantie ± 0,2 mm

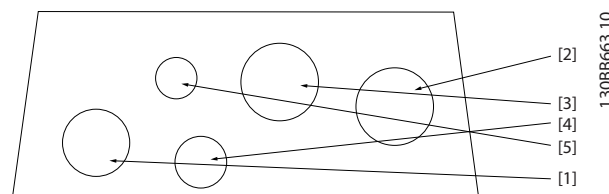
Afbeelding 8.21 Behuizingsgrootte A2, IP 21



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen <sup>1)</sup>		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1 Net	3/4	28,4	M25
2 Motor	3/4	28,4	M25
3 Rem/ loadsharing	3/4	28,4	M25
4 Stuurkabel	1/2	22,5	M20
5 Stuurkabel	1/2	22,5	M20
6 Stuurkabel	1/2	22,5	M20

1) Tolerantie ± 0,2 mm

Afbeelding 8.22 Behuizingsgrootte A3, IP 21

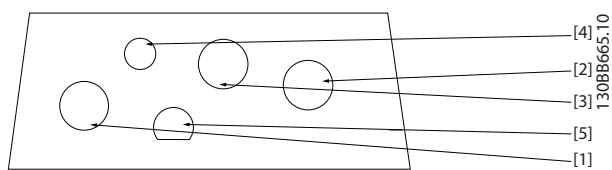


Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen <sup>1)</sup>		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1 Net	3/4	28,4	M25
2 Motor	3/4	28,4	M25
3 Rem/ loadsharing	3/4	28,4	M25
4 Stuurkabel	1/2	22,5	M20
5 Verwijderd	-	-	-

1) Tolerantie ± 0,2 mm

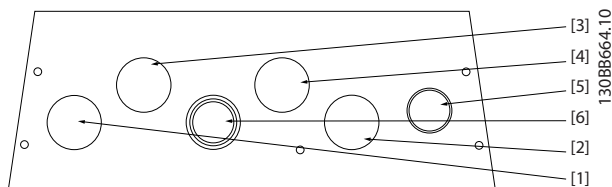
Afbeelding 8.23 Behuizingsgrootte A4, IP 55





Gatnummer en aanbevolen gebruik	Dichtstbijzijnd metrisch
1 Net	M25
2 Motor	M25
3 Rem/loadsharing	M25
4 Stuurkabel	M16
5 Stuurkabel	M20

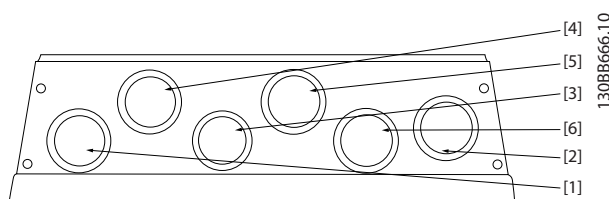
Afbeelding 8.24 Behuizingsgrootte A4, IP 55, wartelgaten met schroefdraad



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen <sup>1)</sup>		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1 Net	3/4	28,4	M25
2 Motor	3/4	28,4	M25
3 Rem/loadsharing	3/4	28,4	M25
4 Stuurkabel	3/4	28,4	M25
5 Stuurkabel <sup>2)</sup>	3/4	28,4	M25
6 Stuurkabel <sup>2)</sup>	3/4	28,4	M25

1) Tolerantie ± 0,2 mm  
2) Uitbrekpoort

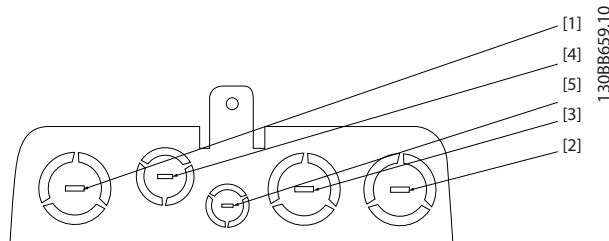
Afbeelding 8.25 Behuizingsgrootte A5, IP 55



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Dichtstbijzijnd metrisch
1 Net	M25
2 Motor	M25
3 Rem/loadsharing	28,4 mm <sup>1)</sup>
4 Stuurkabel	M25
5 Stuurkabel	M25
6 Stuurkabel	M25

1) Uitbrekpoort

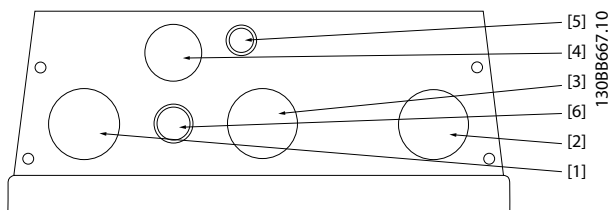
Afbeelding 8.26 Behuizingsgrootte A5, IP 55, wartelgaten met schroefdraad



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen <sup>1)</sup>		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1 Net	1	34,7	M32
2 Motor	1	34,7	M32
3 Rem/loadsharing	1	34,7	M32
4 Stuurkabel	1	34,7	M32
5 Stuurkabel	1/2	22,5	M20

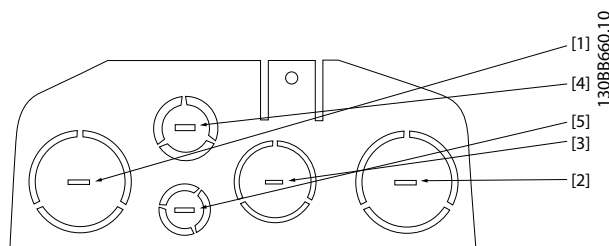
1) Tolerantie ± 0,2 mm

Afbeelding 8.27 Behuizingsgrootte B1, IP 21



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen <sup>1)</sup>		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1 Net	1	34,7	M32
2 Motor	1	34,7	M32
3 Rem/loadsharing	1	34,7	M32
4 Stuurkabel	3/4	28,4	M25
5 Stuurkabel	1/2	22,5	M20
5 Stuurkabel <sup>2)</sup>	1/2	22,5	M20

1) Tolerantie ± 0,2 mm  
2) Uitbreekpoort



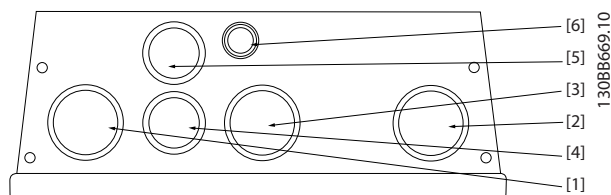
Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen <sup>1)</sup>		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1 Net	1 1/4	44,2	M40
2 Motor	1 1/4	44,2	M40
3 Rem/loadsharing <sup>2)</sup>	1	34,7	M32
4 Stuurkabel	3/4	28,4	M25
5 Stuurkabel	1/2	22,5	M20

1) Tolerantie ± 0,2 mm  
2) Netvoeding voor S2-varianten met netschakelaar.

8

Afbeelding 8.28 Behuizingsgrootte B1, IP 55

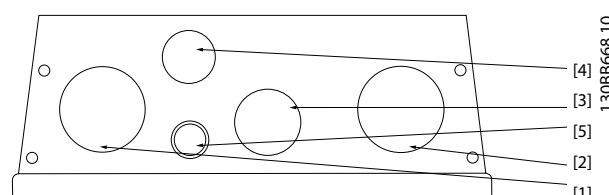
Afbeelding 8.30 Behuizingsgrootte B2, IP 21



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Dichtstbijzijnd metrisch
1 Net	M32
2 Motor	M32
3 Rem/loadsharing	M32
4 Stuurkabel	M25
5 Stuurkabel	M25
6 Stuurkabel	22,5 mm <sup>1)</sup>

1) Uitbreekpoort

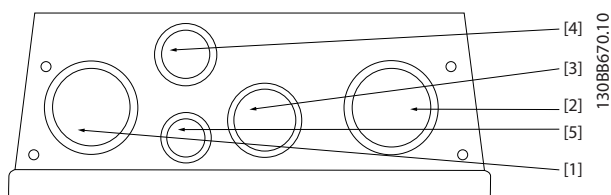
Afbeelding 8.29 Behuizingsgrootte B1, IP 55, wartelgaten met schroefdraad



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen <sup>1)</sup>		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1 Net	1 1/4	44,2	M40
2 Motor	1 1/4	44,2	M40
3 Rem/loadsharing <sup>3)</sup>	1	34,7	M32
4 Stuurkabel	3/4	28,4	M25
5 Stuurkabel <sup>2)</sup>	1/2	22,5	M20

1) Tolerantie ± 0,2 mm  
2) Uitbreekpoort  
3) Netvoeding voor S2-varianten met netschakelaar.

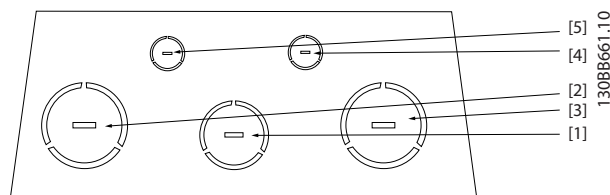
Afbeelding 8.31 Behuizingsgrootte B2, IP 55



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Dichtstbijzijnd metrisch
1) Net	M40
2) Motor	M40
3) Rem/loadsharing <sup>1)</sup>	M32
4) Stuurkabel	M25
5) Stuurkabel	M20

1) Netvoeding voor S2-varianten met netschakelaar.

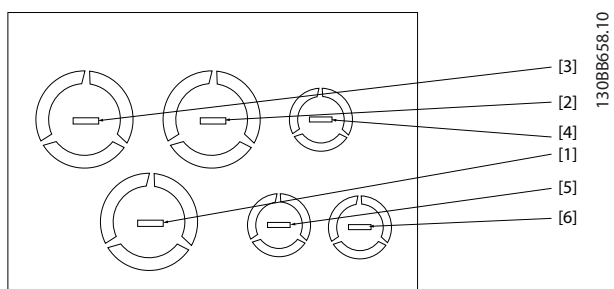
Afbeelding 8.32 Behuizingsgrootte B2, IP 55, wartelgaten met schroefdraad



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen <sup>1)</sup>		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1 Net	2	63,3	M63
2 Motor	2	63,3	M63
3 Rem/loadsharing	1 1/2	50,2	M50
4 Stuurkabel	3/4	28,4	M25
5 Stuurkabel	1/2	22,5	M20

1) Tolerantie ± 0,2 mm

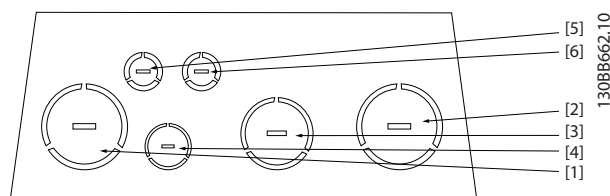
Afbeelding 8.34 Behuizingsgrootte C1, IP 21



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen <sup>1)</sup>		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1 Net	1	34,7	M32
2 Motor	1	34,7	M32
3 Rem/loadsharing	1	34,7	M32
4 Stuurkabel	1/2	22,5	M20
5 Stuurkabel	1/2	22,5	M20
6 Stuurkabel	1/2	22,5	M20

1) Tolerantie ± 0,2 mm

Afbeelding 8.33 Behuizingsgrootte B3, IP 21



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Net	Afmetingen <sup>1)</sup>		Dichtstbijzijnd metrisch
		UL [in]	[mm]	
1	Net	2	63,3	M63
2	Motor	2	63,3	M63
3	Rem/loadsharing	1 1/2	50,2	M50
4	Stuurkabel	3/4	28,4	M25
5	Stuurkabel	1/2	22,5	M20
6	Stuurkabel	1/2	22,5	M20

1) Tolerantie ± 0,2 mm

Afbeelding 8.35 Behuizingsgrootte C2, IP 21

## Trefwoordenregister

### A

Aarding.....	30, 50, 53, 54, 184
Aardlekbeveiliging.....	45
AC	
AC-golfvorm.....	20
AC-ingang.....	20
AC-rem.....	28, 32, 62
Netvoeding.....	20
Wisselstroom.....	20, 21
Achterwand.....	68
Adres frequentieomvormer.....	82, 83
Adresveld.....	89
AEO.....	9
zie ook <i>Automatische energieoptimalisatie</i>	
Affiniteitswetten.....	17
Afkorting.....	9, 50
Afmetingen.....	77, 79, 98, 170, 190, 191, 192, 193
Afscherming.....	58, 63
Akoestische ruis.....	41
AMA.....	9, 30, 106, 107
zie ook <i>Automatische aanpassing motorgegevens</i>	
Analoge I/O.....	72
Analoge ingangen.....	159
Analoge snelheidsreferentie.....	112
Analoge uitgang.....	160
Apparatuur, optioneel.....	8
Arbeidsfactor.....	10, 20, 55, 56, 57, 157
ATEX.....	31, 72, 176
Auto On.....	23, 24
Automatisch terugregelen.....	41
Automatische aanpassing motorgegevens.....	9, 30, 107
zie ook <i>AMA</i>	
Automatische energieoptimalisatie.....	9, 29, 30
zie ook <i>AEO</i>	

### B

Backupvoedingssysteem.....	57
Bedrading.....	42, 43, 50, 61, 99
Bedrading	
Bedrading.....	65, 67, 110, 180, 182
Bedradingsschema.....	65
Elektrische bedrading.....	107
Relaisbedrading.....	176, 181
Bedradingsschema	
voor pomp met vast toerental.....	111
Hoofdpompwisseling.....	111

### Belastingscyclus

Belastingscyclus... 10, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134,	135
Berekening belastingscyclus.....	62
Berekening luchtstroom.....	40
Bestellen	
Accessoire.....	125
Accessoiretas.....	125
Common-modefilter.....	140
DeviceNet.....	124
DU/dt-filter.....	139
Ethernet/IP.....	124
Geavanceerde cascaderegelaar.....	124
Modbus TCP.....	124
Montagebeugel.....	123
Nummer.....	121
Op basis van typecode.....	121
Optie.....	125
Pc-software.....	125
PROFIBUS.....	124
Profinet.....	124
Reserveonderdelen.....	125
Sinusfilter.....	137
Besturing	
Besturingslogica.....	20
Beveiliging tegen transiënten.....	20
Bevestigingsset voor externe bediening.....	78

### C

CFM.....	41
Checklist systeemontwerp.....	98
Circuitbreaker.....	27, 53, 57, 70, 162, 163, 164, 165
Coating.....	41, 69, 121
Compactremweerstand met aluminium behuizing.....	126
Comparator.....	33, 34, 100
Condensatie.....	39
Conformiteit	
CE.....	11
CE-markering.....	11, 12
C-tick.....	12
Galvanische scheiding.....	30, 37, 44, 72, 177, 178, 179
Maritieme conformiteit.....	12
UL listed.....	12
Contactoor.....	70, 74, 75, 111
Conventies.....	10
Conversiefactor.....	86, 92
Conversie-index.....	86, 87
Cos $\phi$ .....	56, 72, 157, 161, 174, 178
CRC-controleveld.....	89
Cyclustijd weerstand.....	126

**D**
**Data**

Datastuurbyte.....	82, 83
Datatype.....	86, 92
Dataveld.....	89

**DC**

DC-rem.....	62, 88, 90, 92, 93
DC-stroom.....	32, 33, 62

DC-tussenkringspanning.....	126
-----------------------------	-----

Definitie.....	10, 48, 51, 54
----------------	----------------

Definitie IP-klassen.....	43
---------------------------	----

Deragging.....	16
----------------	----

Detectie weinig flow.....	16
---------------------------	----

Digitale ingang.....	160
----------------------	-----

Digitale uitgang.....	160
-----------------------	-----

Driehoekaansluiting.....	187
--------------------------	-----

Droogloopdetectie.....	16
------------------------	----

Druklager.....	106, 107
----------------	----------

DU/dt-tests.....	171
------------------	-----

**E**

Een PTC-sensor.....	31
---------------------	----

Elektronisch thermisch relais.....	61
zie ook <i>ETR</i>	

**EMC**

EMC.....	8, 45, 47, 48, 49, 68
EMC-effect.....	54
EMC-filter.....	47, 121
EMC-immuniteit.....	49
EMC-implementatie.....	58
EMC-kenmerk.....	54
EMC-plan.....	48
Emissie via geleiding.....	47
Emissie via straling.....	47
Emissie-eisen.....	45, 48
Emissies.....	45
Immuniteitseisen.....	45, 48
Interferentie.....	68
Testresultaten.....	46

Energiebesparing.....	16, 17, 18, 33
-----------------------	----------------

ETR.....	9, 28, 31, 61, 72
zie ook <i>Elektronisch thermisch relais</i>	

Explosiegevaarlijke omgeving.....	42, 72, 176
-----------------------------------	-------------

Ext. vergrendeling.....	113
-------------------------	-----

Extern commando.....	20
----------------------	----

Externe reset na alarm.....	111
-----------------------------	-----

Extreme bedrijfsomstandigheden.....	27
-------------------------------------	----

**F**

Faseonbalans.....	28, 35
-------------------	--------

**FC-profiel**

Overzicht protocol.....	82
Statuswoord.....	94
Stuurwoord.....	92
Telegramlengte (LGE).....	83

**Filter**

AHF 005.....	135
AHF 010.....	135
Common mode.....	140
Common-modefilter.....	75
DU/dt.....	49, 58, 75, 139, 171
Filter.....	42
Harmonischenfilter.....	76, 135, 136, 137
LC.....	58, 59, 60, 171
Radiofrequente interferentie.....	43
zie ook <i>RFI</i>	
Sinus.....	21, 58, 75, 107

Flatpackremweerstand met aluminium behuizing.....	126
---	-----

Flowbevestiging.....	16
----------------------	----

Frequentiebypass.....	32
-----------------------	----

Functieveld.....	89
------------------	----

**G**

Geavanceerde bewaking van het minimale toerental.....	100, 104, 107
---	---------------

Gekwalificeerd personeel.....	13
-------------------------------	----

Gelijkrichter.....	20, 21
--------------------	--------

Gelijkrichterdeel.....	21
------------------------	----

Gelijkrichterdiode.....	50
-------------------------	----

Gemeenschappelijk koppelpunt.....	51
-----------------------------------	----

Generator.....	27, 41, 52, 57
----------------	----------------

Gewicht.....	39, 98, 140, 170
--------------	------------------

Grote hoogte.....	44, 115, 158
-------------------	--------------

**H**

Hand On.....	23, 24
--------------	--------

**Harmonischen**

Analyse.....	50
Berekening van harmonischen.....	38, 52
Emissie-eisen.....	51
Emissienorm m.b.t. harmonischen.....	51
Harmonische vervorming.....	10, 45, 50
Harmonischen.....	8, 20, 39, 50, 51, 52, 55, 56, 57
Harmonischenreductie.....	52
Spanningsharmonischen.....	51
Testresultaat.....	51
Totale harmonische vervorming.....	50

Hoge spanning.....	13
--------------------	----

Hoogfrequente common-modekern.....	75
------------------------------------	----

Horizontale belasting.....	126
----------------------------	-----

Horizontale vrije ruimte.....	68
-------------------------------	----

I

I/O..... 70, 71, 73, 122, 6, 178, 179  
 Index (IND)..... 85, 92  
 Ingangsvermogen..... 20, 68  
 Initialisatie..... 10  
 Installatie naast elkaar..... 68  
 IP 21/NEMA type 1-behuizingsset..... 76  
 Isolatiweerstandsmonitor..... 69

J

Jog..... 93

K

Kabel

Afgeschermd kabel..... 68  
 Invoergaten..... 190  
 Kabelinvoer..... 190  
 Lengte..... 159  
 Lengte motorkabel..... 46, 49, 53, 59, 75, 158  
 Motorkabel... 30, 42, 43, 45, 46, 47, 53, 58, 59, 61, 63, 67, 75,  
 80, 106, 115, 116, 156, 171  
 Niet-afgeschermd motorkabel..... 58  
 Parallele motorkabel..... 46  
 Specificaties..... 158

Kastopties..... 43

Kastverwarming..... 39

Kinetische backup..... 31

Klem 37..... 34, 35, 65, 176

Klepregeling..... 32

Koeling..... 30, 31, 35, 38, 40, 41, 42, 61, 68, 70, 100, 115, 135,  
 156

Koelomstandigheden..... 68

Koppel

Constant koppel..... 9  
 CT-karakteristieken..... 10  
 Koppelbegrenzing..... 9, 28, 61, 95  
 Koppelkarakteristiek..... 157  
 Nominaal koppel..... 64  
 Remkoppel..... 28  
 Startkoppel..... 157  
 Variabel koppel..... 9  
 Volledig koppel..... 32  
 VT-karakteristieken..... 11

Kortsluiting

Kortsluitbeveiliging..... 27  
 Kortsluiting..... 11, 21, 30, 35, 39, 57, 70, 177  
 (motorfase-fase)..... 27  
 Kortsluitverhouding..... 52

L

Lambda..... 10, 55

LCP..... 9, 37, 65, 78, 97, 103, 109, 121  
 zie ook *Lokaal bedieningspaneel*

Leidingvulmodus..... 16, 100, 101, 107, 108

Lekstroom..... 14

Loadsharing..... 13, 14, 22, 27, 49, 121, 125, 142, 143, 144, 146,  
 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 190, 191, 192,  
 193

Loadsharingklem..... 70

Logische regel..... 33, 34, 100

Lokaal bedieningspaneel..... 9, 37, 65, 121, 124  
 zie ook *LCP*

Luchtstroom..... 40, 41, 42, 135

M

Masterfrequentieomvormer..... 74

Mechanische bevestiging..... 68

Met terugkoppeling..... 23, 24, 32, 35, 90, 100, 107

Modbus RTU

Berichtenstructuur..... 88  
 Berichtframingstructuur..... 88  
 Functiecode..... 91  
 Netwerkconfiguratie..... 88  
 Overzicht..... 87  
 Protocol..... 87  
 RS485-interface..... 88  
 Uitzonderingscode..... 91

Modulatie..... 9, 29, 42, 116, 117, 118, 119

Modus zonder terugkoppeling..... 74

Montagebeugel..... 79

Motor

Aarding..... 58  
 Canmotor..... 106, 107  
 Isolatie..... 49  
 Isolatiebelasting..... 58, 106  
 Lagerbelasting..... 58  
 Lagerstroom..... 49  
 Motoraansluiting..... 187  
 Motorfasen..... 27  
 Motorkabels..... 68  
 Motorkoppel..... 98  
 Motorspanning..... 171  
 Motorstarter..... 19, 70, 109  
 Motorstroom..... 20, 29, 64, 95  
 Motorthermistor..... 43, 114  
 Motorvermogen..... 157  
 Motorwisseling..... 16, 100  
 Ontbrekende motorfase..... 28  
 Therm. motorbeveiliging..... 12, 31  
 Thermische belasting..... 58  
 Thermische motorbeveiliging..... 61, 95  
 Thermistor..... 114  
 Uitgangsprestaties (U, V, W)..... 157

## N

## Net

Aansluiting netvoeding.....	184
Netafscherming.....	69
Netstoring.....	31
Netvoeding.....	10, 50
Transiënt.....	20, 57

Netschakelaar.....	21, 70, 121
--------------------	-------------

## O

## Omgeving

Huishoudelijk.....	48, 56, 57
Industrieel.....	47, 48, 56, 57

Omgeving.....	158
---------------	-----

Omgevingscondities.....	158
-------------------------	-----

Omvormer.....	20
---------------	----

Omvormerdeel.....	21
-------------------	----

Onbedoeld draaien van de motor.....	14
-------------------------------------	----

Onbedoelde start.....	14
-----------------------	----

Onderhoud.....	42
----------------	----

Onderspanning.....	55
--------------------	----

Ontladingstijd.....	14
---------------------	----

Openbaar net.....	51
-------------------	----

Opslag.....	36, 38, 39, 44, 91, 92, 99, 158
-------------	---------------------------------

## Optie

BASIC cascaderregelaar.....	108
Basicascaderregelaar.....	73
Cascaderregelaar.....	37, 72, 109, 110
Cascaderregelaaroptie.....	73, 74
DeviceNet.....	71, 73, 122
EtherNet IP.....	71, 73, 122
Geavanceerde cascaderregelaar.....	72, 100
Modbus TCP.....	71, 73, 122
PROFIBUS.....	71, 73, 121, 122
PROFINET.....	71, 73, 122
PTC-thermistorkaart.....	31, 72, 73, 122, 124, 176
Relaiskaart.....	13, 72, 73, 122, 124, 174, 175, 178
Relaisuitbreidingskaart MCB 113.....	73
Sensoringangoptie MCB 114.....	73

## Opties

Geavanceerde cascaderregelaar.....	181, 182
MCB 114.....	179
MCO 101.....	180
MCO 102.....	181
Sensoringang.....	179
Uitgebreide cascaderregelaar.....	180

OVC.....	28
----------	----

zie ook *Overspanningsbeveiliging*

## Overbelasting

Hoge overbelasting.....	156, 157
Normale overbelasting.....	141, 145, 157
Normale overbelastingsmodus.....	117, 118
Overbelasting.....	31, 50, 61, 70, 104
Overbelastingsbeveiliging.....	16, 28, 70
Overbelastingskoppel.....	157
Overbelastingsled.....	71
Overbelastingssetpoint.....	31

## Overspanning

Door de motor gegenereerde overspanning.....	27
Overspanning.....	27, 28, 32, 41, 61, 75, 157, 161, 177
Overspanningsbeveiliging.....	27, 28

Overspanning.....	62
-------------------	----

Overtemperatuur.....	11, 28, 29, 35, 70, 95
----------------------	------------------------

## P

Parameterblok.....	84
--------------------	----

Parameter nummer (PNU).....	85
-----------------------------	----

Parameterwaarde (PWE).....	85
----------------------------	----

PCD.....	84, 86
----------	--------

Pc-software.....	37
------------------	----

PELV.....	9, 30, 44, 114, 115, 159, 160, 161, 162, 175, 181
-----------	---

PID-regelaar.....	23, 26, 32, 107, 179
-------------------	----------------------

Piekspanning op de motor.....	171
-------------------------------	-----

Pilz.....	70
-----------	----

PKE-veld.....	85
---------------	----

Pomp met variabel toerental.....	74
----------------------------------	----

Pomp met vast toerental.....	74
------------------------------	----

Pompstaging.....	109
------------------	-----

Potentiometer.....	113
--------------------	-----

Preventief onderhoud.....	37, 100
---------------------------	---------

Procesblok.....	84
-----------------	----

Proceswoord.....	86
------------------	----

## PROFIdrive-profiel

Statuswoord.....	97
Stuurwoord.....	95

Proportionaliteitswetten.....	17
-------------------------------	----

PT100.....	31, 72, 179
------------	-------------

PT1000.....	31, 72, 179
-------------	-------------

Pulsbreedtemodulatie.....	21
---------------------------	----

Pulsingangen.....	160
-------------------	-----

## R

Radiofrequente interferentie.....	30, 55, 69
zie ook <i>RFI</i>	

## Ramp

Initiële aanloop.....	107
Uiteindelijke ramp.....	16, 100, 101, 107

RCD.....	9, 53, 69
----------	-----------

Realtimeklok.....	16, 37	Rendement.....	17, 29, 30, 63, 64, 73, 108, 156, 158
Reductie		Resonantiedemping.....	30
Automatisch.....	28	RFI	
Draaien met laag toerental.....	115	RFI.....	21, 30, 41, 44, 55, 58
Grote dwarsdoorsnede.....	116	RFI-filter.....	21, 41, 43, 44, 47, 53, 56, 69, 70, 121
Handmatig.....	115	Richtlijn	
Koeling.....	115	EMC.....	11
Lage luchtdruk.....	115	EMC-richtlijn.....	12
Omgevingstemperatuur.....	116	ErP.....	12
Reductie.....	29, 35, 39, 98, 115, 116, 117, 118, 158	Laagspanning.....	11
Toepassingen met constant koppel (CT-modus).....	115	Laagspanningsrichtlijn.....	11
Toepassingen met variabel (kwadratisch) koppel (VT-modus).....	115	Machines.....	11, 12
Referentie		RMS-stroom.....	20
Externe referentie.....	23, 24	RS485	
Gebruik van referenties.....	24, 25	Busafsluiting.....	81
Referentie.....	104	EMC-voorzorgsmaatregelen.....	81
Referentie, digitaal.....	24	Installatie en setup.....	80
Referentie, extern.....	24	Netwerkaansluiting.....	81
Regeneratieve klem.....	70	RS485.....	10, 23, 36, 37, 38, 44, 78, 80, 81, 82, 175, 180
Relais		Seriële interface RS485.....	80
Aansluiting relais.....	66	S	
Belasting relais.....	72	Schakelen	
Ingebouwd relais.....	88, 108	aan de uitgang.....	28
Relais.....	13, 28, 44, 65, 72, 73, 74, 109, 175, 178, 179	Schakelfrequentie.....	29, 35, 40, 46, 50, 53, 63, 64, 75, 117, 118, 119, 137, 138, 139
04.....	93	Schokken.....	41
1.....	90, 92, 93, 111, 161	Sensor, thermisch.....	21
2.....	90, 92, 111, 161	Sensorstroom.....	21
7.....	175	Setpoint.....	24
8.....	175	Slaapmodus.....	16, 30, 33, 100, 101, 108, 109
9.....	175	Slavefrequentieomvormer.....	74
Relaisklem.....	44, 175, 180, 182, 189	Slipcompensatie.....	10, 27
Relaisoptie.....	66, 72	Smart Logic Control.....	10, 16, 33, 37, 100, 102, 105
Relaisuitgang.....	66, 161	SmartStart.....	16, 100
SPDT-alarmrelais.....	69	Snelheidsbegrenzing.....	22, 28, 61
SPDT-relais.....	72, 178	Snelheidsreferentie.....	112
Uitgangsrelais.....	30, 95, 96	Snelmenu.....	16, 36, 100, 101, 107
Rem		Softstarter.....	19, 75
Dynamische rem.....	21, 22, 32, 61	Software	
Remchopper.....	62, 70, 121	Harmonic Calculation Software (HCS).....	38, 55
Rem-IGBT.....	21	HCS.....	57
Remkoppel.....	62	zie ook <i>Harmonic Calculation Software</i>	
Remmen.....	32, 33	MCT 10 setupsoftware.....	37
Remoptie.....	21, 71	MCT 31.....	38
Remstroom.....	93, 127	Softwaretaal.....	122, 123
Remsysteem.....	126	Softwareversie.....	125
Remvermogen.....	10	Taalpakket.....	123
Weerstandsrem.....	32, 61	Spanningsniveau.....	160
Remvermogen.....	63	Spoelregister.....	89
Remweerstand		Stagingbandbreedte.....	109
Afkortingen.....	127, 134	Start-/stopcommando.....	113
Bekabeling.....	63	Start-/stopveld.....	89
Belastingscyclus remweerstand.....	62		
Kabeldoorsnede.....	127		
Remweerstand....	9, 10, 21, 22, 27, 32, 61, 62, 70, 75, 81, 124, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135		
Remweerstand met stalen rooster.....	126		
Rendement			
Motorrendement.....	64		
Rendement.....	9		



Startvoorwaarde.....	33, 114	Terugkoppeling	
Statuswoord.....	84, 86, 90, 94, 101	Gebruik van terugkoppelingen.....	26, 39
Steraansluiting.....	187	Terugkoppeling.....	24, 26, 65, 73, 90, 106, 112
Ster-driehoekschakeling.....	19, 75	Terugkoppelingconversie.....	27
Stijgtijd.....	171	Terugkoppelinginstelling.....	107
STO.....	8, 16, 34, 65, 72, 100, 176	Terugkoppelingssignaal.....	23, 32
Stof.....	38, 42, 43	Terugverdiendtijd.....	18
Stroom		Therm. motorbeveiliging.....	114
Basisstroom.....	50	Thermische beveiliging.....	12
DC-stroom.....	20	Thermistor.....	10, 44, 61, 71, 176
Harmonische stroom.....	50	Toepassing	
Harmonische stroomvervorming.....	76	Afalwater.....	100
Hoge stroom.....	36	Beveiliging afsluit-/terugslagklep.....	100
Individuele harmonische stroom.....	51	Cascaderegeling.....	100
Ingangsstroom.....	50	Deragging.....	100, 101
Lage stroom.....	36	Detectie weinig flow.....	100
Lekstroom.....	45, 52, 53	Dompelpomp.....	100, 104, 106, 107
Nominale stroom.....	48, 106	Droogloopdetectie.....	100, 101, 107
Nominale uitgangsstroom.....	9	Einde-curvedetectie.....	100
Overstroom.....	32	Flowbevestiging.....	100, 103
Rimpelstroom.....	35, 75	Flowcompensatie.....	100, 101
Stroom.....	50	Realtimeklok.....	100
Stroomgrens.....	9, 28, 29	Voorbeelden toepassingssetup.....	104
Stroomlussen.....	45	Wisseling hoofdpomp.....	108, 109
Stroommeting.....	30	Traagheidsmoment.....	27
Stroomvervorming.....	52, 135	Transformator.....	50
Tussenkringspanning.....	44	Transiënt.....	42, 53
Uitgangsstroom.....	29, 30, 59, 107, 115, 116, 117	Trillingen.....	41
Stuur		Tussenkring.....	20, 27, 171
Stuurbit.....	93, 95	Tussenkringdeel.....	21
Stuurdraadisolatie.....	61	U	
Stuuringang/-uitgang.....	159	U/f.....	63
Stuurkabels.....	68	Uitgangscontactor.....	61, 67
Stuurkarakteristieken.....	161	Uitschakeling (trip)	
Stuurwoordbit.....	92	Uitschakeling (trip)... 11, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 57, 61,	
Stuurkaart		70, 75, 88, 93, 94, 95, 97, 98, 103, 104, 109, 115	
Seriële communicatie via USB.....	161	Uitschakeling met blokkering.....	11, 27
Stuurkaart, 10 V DC-uitgang.....	161	Uitschakelniveau.....	163, 164, 165
Stuurkaart, 24 V DC-uitgang.....	161	Uitschakeling (trip).....	114
Stuurkaart, RS485 seriële communicatie.....	159	UL-conformiteit.....	166
Stuurkaartprestaties.....	161	UPEAK.....	171
Stuurwoordbit.....	95	V	
Systeem		Variabele regeling van flow en druk.....	19
Bedrijf.....	109	Veiligheid.....	13, 15, 34, 35, 73, 184, 187
Status.....	109	Ventilatie.....	135
T		Ventilator..... 11, 16, 19, 30, 31, 35, 38, 40, 41, 42, 73, 78, 102,	
Tekstblok.....	84, 92	115, 135	
Telegramlengte.....	82, 86	Verbeterde regeling.....	19
Telegramstructuur.....	82	Vergrendeling.....	113
Temperatuur		Verschuivingsfactor.....	157
Temperatuur.....	39		
Temperatuur, gemiddelde.....	40		
Temperatuur, maximum.....	39, 40		
Temperatuur, omgeving.....	39		
Temperatuursensor.....	179		

Verticale belasting.....	126
Verticale vrije ruimte.....	68
Vliegende start.....	28, 30, 31, 32
Vochtigheid.....	39, 40, 43, 98, 158
Voor-/nasmeren.....	100, 102, 103
Voorverwarming.....	32
Voorzorgsmaatregelen.....	13
Vrije ruimte.....	40, 44, 67, 68
Vrijloop.....	10, 31, 34, 88, 90, 92, 93, 94, 95, 97, 100, 101
VVC+.....	9, 21

## W

Wandmontage.....	68
Werkelijke arbeidsfactor.....	157
Windmilling.....	14
Wisselende flow gedurende 1 jaar.....	18
Wizard.....	16, 100
Wizard voor regeling met terugkoppeling.....	107

## Z

Zekering....	22, 27, 70, 98, 99, 121, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169
Zonder terugkoppeling.....	22





.....  
Danfoss kan niet verantwoordelijk worden gesteld voor mogelijke fouten in catalogi, handboeken en andere documentatie. Danfoss behoudt zich het recht voor zijn producten zonder voorafgaande kennisgeving te wijzigen. Dit geldt eveneens voor reeds bestelde producten, mits zulke wijzigingen aangebracht kunnen worden zonder dat veranderingen in reeds overeengekomen specificaties noodzakelijk zijn. Alle in deze publicatie genoemde handelsmerken zijn eigendom van de respectievelijke bedrijven. Danfoss en het Danfoss-logo zijn handelsmerken van Danfoss A/S. Alle rechten voorbehouden.  
.....

Danfoss A/S  
Ulsnaes 1  
DK-6300 Graasten  
vlt-drives.danfoss.com

